ROCZNIK ŁĄKOWY I TORFOWY

ANNUAL FOR MEADOWS AND PEAT - BOGS

organ naukowy stowarzyszenia łąkarzy poświęcony zagospodarowaniu łąk, pastwisk i torfowisk oraz zagadnieniom pokrewnym

wychodzi jako dodatek do kwartalnika „łąka i torfowisko"
pod redakcją komisji redakcyjnej stowarzyszenia łąkarzy

Redaktor Naczelny: Juljusz Załęski

Wydawca: Zakład Doświadczalny Uprawy Torfowisk pod Sarnami Wołyńskiej Izby Rolniczej

WARSZAWA rok 1936 SARNY

R O C Z N I K
ŁĄKOWY I TORFOWY

ANNUAL FOR MEADOWS AND PEAT-BOGS.

ORGAN NAUKOWY STOWARZYSZENIA ŁĄKARZY
poświęcony zagospodarowaniu łąk, pastwisk, torfowisk oraz zagadnieniom pokrewnym

WYCHODZI POD REDAKCJĄ KOMISJI REDAKCYJNEJ STOWARZYSZENIA ŁĄKARZY, JAKO DODATEK DO KWARTALNIKA „ŁĄKA I TORFOWISKO".

REDAKTOR NACZELNY: JULJUSZ ZAŁĘSKI.

ADRES REDAKCJI I ADMINISTRACJI: ZAKŁAD DOŚWIADCZALNY UPRAWY TORFOWISK SARNY, TEL.: 93

PRZEDPŁATA „ŁĄKI I TORFOWISKA" WRAZ Z ROCZNIKIEM „ŁĄKOWYM I TORFOWYM" ZŁ. 6 ROCZNIE.

●

TREŚĆ TOMU I. — CONTENTS.

Wydawca: Zakład Doświadczalny Uprawy Torfowisk pod Sarnami Wołyńskiej Izby Rolniczej.

WARSZAWA 1936 SARNY



Bolesław Świętochowski i Bogusław Krygiel

Materjały do poznania dynamiki azotanów w glebach torfowych

z Zakładu Doświadczalnego Uprawy Torfowisk pod Sarnami

(Wpłynęło w grudniu 1935 r.).

Wstęp.

Torfy obok innych gleb próchnicznych są jedynemi glebami zawierającemi większe ilości azotu i dzięki temu są bardzo cenione. Natomiast są one ubogie w potas, a często i w fosfór. To też znajomość przemian, jakie zachodzą w naturalnych warunkach torfowiska ze związkami azotowemi ma bardzo wielkie znaczenie nietylko teoretyczne ale też ważne dla praktycznego rolnictwa.

Azot w torfach znajduje się w rozmaitych formach, które w mniejszym lub większym stopniu budzą zainteresowanie rolnika, w zależności od przyswajalności lub zdolności do stawania się przyswajalnym dla rośliny. Znajduje się on w związkach organicznych, łatwiej lub trudniej mineralizujących się, lub w formie mineralnej w azotanach, azotynach i związkach amonowych. Te ostatnie formy bezpośrednio nas najwięcej obchodzą, będąc materjałem odżywczym dla roślin uprawnych. To też zmiany ilościowe mineralnego azotu bezpośrednio odbijają się na plenności gleby.

Zmienność zawartości mineralnego azotu w tej samej glebie w ciągu szeregu lat, jak i w ciągu okresu wegetacyjnego a nawet i kilkugodzinnego okresu jest tak wielka, jak żadnego innego składnika pokarmowego i zależna od szeregu pro-

cesów dopełniających się, lub niwelujących w działaniu. Ważniejsze ze znanych nam procesów są następujące: 1. Mineralizacja azotu organicznego drogą procesów mikrobiologicznych, a więc amonifikacja i nitryfikacja.

2) Zwiększenie się azotu amonjakalnego przez opady atmosferyczne.

3) Zwiększanie się azotu azotanów drogą procesów fotochemicznych, na które zwraca uwagę Żółciński (15), Ghepal, Ral i Dhar (4), oraz ostatnio de Rossi (3) i Dhar (2).

4) Straty w azocie mineralnym wywołane działaniem wód atmosferycznych.

5) Straty wywołane pobieraniem przez rośliny wyższe.

i wreszcie 6) Ubytki spowodowane przez mikroflorę, która mineralny azot częściowo wyzwala lub też unieruchamia go w protoplazmie.

Często w torfowiskach, pomimo wprost olbrzymich ilości znajdujących się w nim azotu, wypadkowa czynników działających na azot mineralny w glebie jest taka, że znajduje się on w minimum jako pożywka. Wtedy staje się aktualnem nawożenie azotowe. Tak np. przez szereg lat na łąkach Zakładu Doświadczalnego Uprawy Torfowisk pod Sarnami nie notowano działania azotowego zarówno na starszych, jak i na młodszych kulturach łąkowych. Natomiast w latach 1933 oraz 1934, zimnych i deszczowych (słaba nitryfikacja i silne wymywanie) znaczne jest działanie dawek azotu na łąkach. Ilustruje to zestawienie niektórych liczb z wyżej wspomnianych doświadczeń, podane na tab. I.

Z powyższych liczb widać, że w latach 1931 i 1932 nie wystąpiło działanie azotu, dopiero niepomyślne lata 1933 i 1934 spowodowały, że nawożenie azotowe podnosiło plony siana.

Jeśli jeszcze rozpatrzymy doświadczenia z roku 1933 i 1934 szczegółowiej, to jest oddzielnie pokos pierwszy i oddzielnie otawę, jak to jest zestawione w tablicy II, to zauważymy, że w roku 1933 na łące trwałej i czasowej, a w roku 1934 na czasowej, w pierwszym pokosie zwyżki na azocie są większe niż w pokosie drugim. Wskazywałoby to, że ilość azotu przyswajalnego w oba lata była na łąkach w okresie do pierwszego pokosu niedostateczną, a na łące trwałej w roku

1934 i w drugim okresie. Nasuwa się więc pytanie, jaki jest związek między plonami w poszczególnych okresach a szybkością tworzenia się azotu mineralnego w tym czasie.

TABLICA I.

Działanie nawożenia azotowego na łąkę na torfie (Sarny Z. D. U. T.)

Dział *Feldschlag*	Rodzaj łąki *Art der Wiese*	Nawożenie *Düngung*	Plon siana z ha w q w latach *Heuertrag in dq ha*			
			1931	1932	1933	1934
XVII	Trwała	KP	—	—	48,8±1,4	71,5±2.9
	Dauerwiese	KP+50 kg N	—	—	59,2±2,8	—
VI	Trwała	KP	108.0±1,5	108,1±3.0	72.4±1,2	57,6±2,2
	Dauerwiese	KP+50 kg N	106,0±4,7	104,2±2,9	103,2±2,2	87,0±2,0
VI	Przemienna założona w 1930	KP	98,1±4.4	51,2±2,7	62,8±1.7	50,8±2,0
	Wechselwiese	KP+50 kg N	104,0±5,6	55.0±4.0	78.6±2,5	66,8±4.0
VI	Przemienna założona w 1931	KP	—	92,4±3,2	394,0±1,6	66,8±4,0
	Wechselwiese	KP+50 kg N	—	91,2±4,2	44,8±3,1	80,8±1,4

TABLICA II.

Działania nawożenia azotowego na plony I-go i II-go pokosu.

Dział *Feldschlag*	Rodzaj łąki *Art der Wiese*	Nawożenie *Düngung*	Plon siana z ha w q *Heuertrag q/ha*							
			Rok 1933				1934			
			I pokos *schnit*		II pokos *schnit*		I pokos *schnit*		II pokos *schnit*	
			plon *Ertrag*	zwyżka na N *Mehrertrag*	plon *Ertrag*	zwyżka na N *Mehrertrag*	plon *Ertrag*	zwyżka na N *Mehrertrag*	plon *Ertrag*	*Mehrertrag* zwyżka na N
VII	Trwała	KP	—	—	—	—	34,7		36.8	
	Dauerwiese	KP + N	—	—	—	—	40,9	6,2	41,0	4,2
VI	Trwała	KP	46,0		27,4		39,9		27,7	
	Dauerwiese	KP + N	67,2	21,8	36,0	8,6	48,6	8,7	38,4	10,7
VI	Przemienna	KP	39,2		24,4		27,6		23.2	
	Wechselwiese	KP + N	55,2	16,0	23,4	−1,0	40,4	12,8	26.4	3,2
VI	Przemienna	KP	34,0	34,0	—	—	39,8		27,0	
	Wechselwiese	KP + N	44,8	10,8	—	—	52,0	12,2	28,8	1,8

Wobec tak wielkiego znaczenia azotu mineralnego w gospodarce torfowej, rozpoczęliśmy w roku 1931 wstępne badania nad zagadnieniem, w jaki sposób rozmaite czynniki i zabiegi wpływają na zawartość tych związków w glebie, oraz łatwość ich tworzenia. Niestety — miejscowe warunki pracowni nie pozwoliły na masowe wykonywanie jednocześnie N azotanów i N amoniakalnego, ograniczono się jedynie tylko do obserwacji nad zmianami zachodzącemi w ilości azotanów. Już w poprzedniej pracy (11, 12) jeden z nas podawał liczby, wskazujące, że azotany są bardziej charakterystyczne dla stwierdzenia mineralizacji azotu, przynajmniej w torfie typu, na którym pracowaliśmy, a to dzięki szybkiej przemianie związków amonowych na azotany, oraz łatwe pobieranie azotanów przez rośliny na, bądź co bądź, kwaśnym torfowisku, wreszcie łatwe wyługowanie ich przez wody. Podobnie znalazł to i Reinke (8 i 9) w swoich badaniach na torfach, a Musierowicz, Nowotny i Jaworski (7) w glebie próchnicznej. Dla oszczędności miejsca nie przytaczam tamtych doświadczeń, ale ograniczę się jedynie do zacytowania nowego przykładu. W roku 1932 na polu XXXVI, świeżo wziętym pod kulturę, oznaczono na dwóch poletkach tego samego doświadczenia w dniu 8. VI. ilości azotu w formie azotanów i soli amonowych. Rezultaty otrzymane są następujące (tab. III i IIIa).

TABLICA III.
Ilości azotu w mg na litr torfu w formie: 1933 r.
N in mg/liter.

Miejsce wzięcia próbki *Ohrt der Probenahme*	Azotanów *Nitrate*	Związków amonowych *Amoniakal verbindung*
Z ugoru — *vom Brache*	42,3 ± 6,3	2.51 ± 0,90
Z pod peluszki — *vom Feldbohne*	24,1 + 6,4	1,03 ± 0.03
Różnica — *Differentz*	19.2 ± 9,0	1.38 ± 0,98

Wielka zmienność azotanów w torfowiskach niskich jest bardzo charakterystyczna i z nią jest ściśle związana żyzność torfu; w tych miejscach, gdzie plony są wyższe przy jednako-

wem nawożeniu fosforowo-potasowem, tam napewno zdolność tworzenia azotanów w jednostce czasu jest wyższa.

TABLICA IIIa.
Ilości azotu w mg na 100 g torfu. Rok 1930.
N mg 100 g in Torf.

Typ torfu *Moortypus*	17.VII		31.VII	
	azotanów *Nitrate*	związków amonowych *Amoniakal verbindung*	azotanów *Nitrate*	związków amonowych *Amoniakal verbindung*
Torf sfagnowy *Sphagnumtorf*	2,8	0,11	—	—
	2,9	0,11		
	3,0			
	5,4			
	5,8			
Torf niski (magnocaricetum) *Niederungsmoor*	22,0	0.22	12,3	0,12
	30,0	0,22	12,3	0.10
	0,2	0,34	15,3	
	25,0	0,32	16,3	
	24,5		17,5	
	22,2		16,5	
	22,5			
Torf niski napiaszczony *Besandtes Niederungsmoor*	13,0	0.14	8,6	0.14
	11,6	0,12	8,4	0,13
	9,9	0,14	8,5	0.13
	9,3		8,3	0'13
	5.4		8.9	
	5,8		9,3	
			9,2	

Omawiane w niniejszej pracy badania wykonano w ciągu roku 1932, 1933 i 1934 na torfowisku Czemerne, którego opis pod względem chemicznym jeden z nas podał w studjum nad torfami poleskiemi (10), botaniczny i stratygraficzny podany jest przez Tołpę (14). Obserwacje robiono w następujący sposób: 1. po wyjęciu próbki ściśle znanej objętości (1 dcm^3) z badanego miejsca oznaczono N azotanów metodą kolorymetryczną: w ten sposób oznaczono stan faktyczny ilości azotanów w danem miejscu i w danym momencie. 2. pod przykryciem z papy oznaczono przyrosty N azotanów po kilku dniach (3—10). Ponieważ na każdy punkt torfowiska oddziaływuje wiele różnorodnych czynników, których nasilenie w róż-

nych miejscach może być różne, więc i ilości azotanów oraz szybkość ich powstawania i zanikania może być różna. Dlatego, by otrzymać miarodajne liczby, należałoby wykonać kilka (do 10) oznaczeń na każdej porównywanej działce. Niezawsze jednak można było dostateczną ilość oznaczeń wykonać, czasami ograniczano się do trzech. Lecz wtedy każde oznaczenie nie pochodziło z jednego miejsca lecz z szeregu najbliżej leżących siebie punktów. Dla stwierdzenia w jakim stopniu takie postępowanie wpływa na dokładność wyniku, wykonano oznaczenia na łące i polu zoranem, stosując równolegle oba sposoby. Patrz tab. IV.

TABLICA IV.

Ilości N azotanów w mg/litr torfu w warstwie 10 cm w dniu 17.V. na dziale XVII.

	Średnia dla 5-ciu pojedyńczych oznaczeń w 5-ciu punktach	Średnia z 3-ch oznaczeń dla 9-ciu punktów
Łąka przeorana	1,43 ± 0,234	1.43 ± 0,266
Łąka	0,93 ± 0.171	0.94 ± 0,151

Zmienność w ilości azotanów na danem poletku była zazwyczaj znacznie większa gdy większą była absolutna ilość azotanów, niż wtedy, gdy ilości te były niewielkie.

1. Zmiany w zawartości azotanów oraz nitryfikacji w ciągu okresu wegetacyjnego 1932 i 1933 roku.

Po za specjalnemi obserwacjami nad azotanami związanemi z pewnemi zagadnieniami, lub doświadczeniami polowemi (pora siewu jarzyn, kompostowanie i t. p.) prowadzono systematycznie na dziale XXXVI na ugorze i na terenie obsianym, obserwacje nad zawartością N azotanów na głębokości 5, 15, 25 i 35 cm, oraz z szybkością przyrostu na ugorze na głębokości 5 cm. Obserwacje te rozpoczęto w końcu sierpnia 1932 roku. Teren zarośnięty obsiany był rzepakiem, który podczas wiosennych nawrotów zimna wymarzł; wtedy zasiano jęczmień. Na działce z rośliną uprawną obserwacje wykonywano

tylko na 2-ch głębokościach (15 i 5 cm) i do czasu sprzętu, na ugorze zaś, aż do zamarznięcia powierzchni. Prócz tego wykonywano pomiary wilgotności gleby. Wszystkie dane są zestawione na tablicy V.

Dla łatwiejszego zorjentowania się w tych liczbach i w celu związania ich z niektóremi datami meteorologicznemi (opad i temperatura), wykonano wykres (rys. 1). Podane są w nim idąc od góry: średnia dzienna temperatura, opady dzienne, linje przebiegu przyrostu N azotanów, linje jednakowej zawartości azotu azotanów w ciągu obserwacji przy wszystkich badanych głębokościach (nitroizoplety), linje jednakowej wilgotności w ciągu badanego okresu (hydroizoplety), wreszcie przebieg poziomu zwierciadła wody.

Dane tyczące się zawartości azotanów, a zwłaszcza ich przyrostów, świadczą wyraźnie o bardzo silnem ich tworzeniu się w torfie niedawno wziętym pod uprawę (w roku 1930), jak również o ich bardzo łatwym wymywaniu się. Po każdym ulewnym deszczu, czy serji deszczów, nitroizoplety gwałtownie spadają na dół, by dosyć szybko się wznosić ku górze w czasie pogody. Nic więc dziwnego, że w roku suchym 1932 nagromadzenie się azotanów dochodziło do dosyć wysokiej liczby 52 mg N/litr torfu na głębokości 5 cm i 28 mg N/litr na głębokości 15 cm (dnia 29. IX), co odpowiada 80 kg N na ha w warstwie, sięgającej do 20 cm (500 kg saletry chilijskiej), podczas gdy w mokrym roku 1933 maksymalne nagromadzenie się azotanów nie dochodziło w wierzchniej warstwie 30 mg N/litr (dnia 3. X), a w głębszej 16,4 N/litr, co odpowiada tylko 46 kg N/ha. Rozkład azotanów w dnie dłuższej pogody w torfowisku jest naogół następujący: w górnej warstwie (do 10 cm) znajduje się ich najwięcej, następnie idąc wgłąb, ilość ich zmniejsza się, początkowo wolno (do 20 cm), następnie gwałtownie spada. Wywołane to jest różną szybkością tworzenia się azotanów. W warstwie od 35 do 40 cm i głębiej, większych przyrostów otrzymywanych drogą czysto bakterjologiczną czy chemiczną nie zauważono; przyrosty jakie tam występują, są tylko w dnie większych opadów.

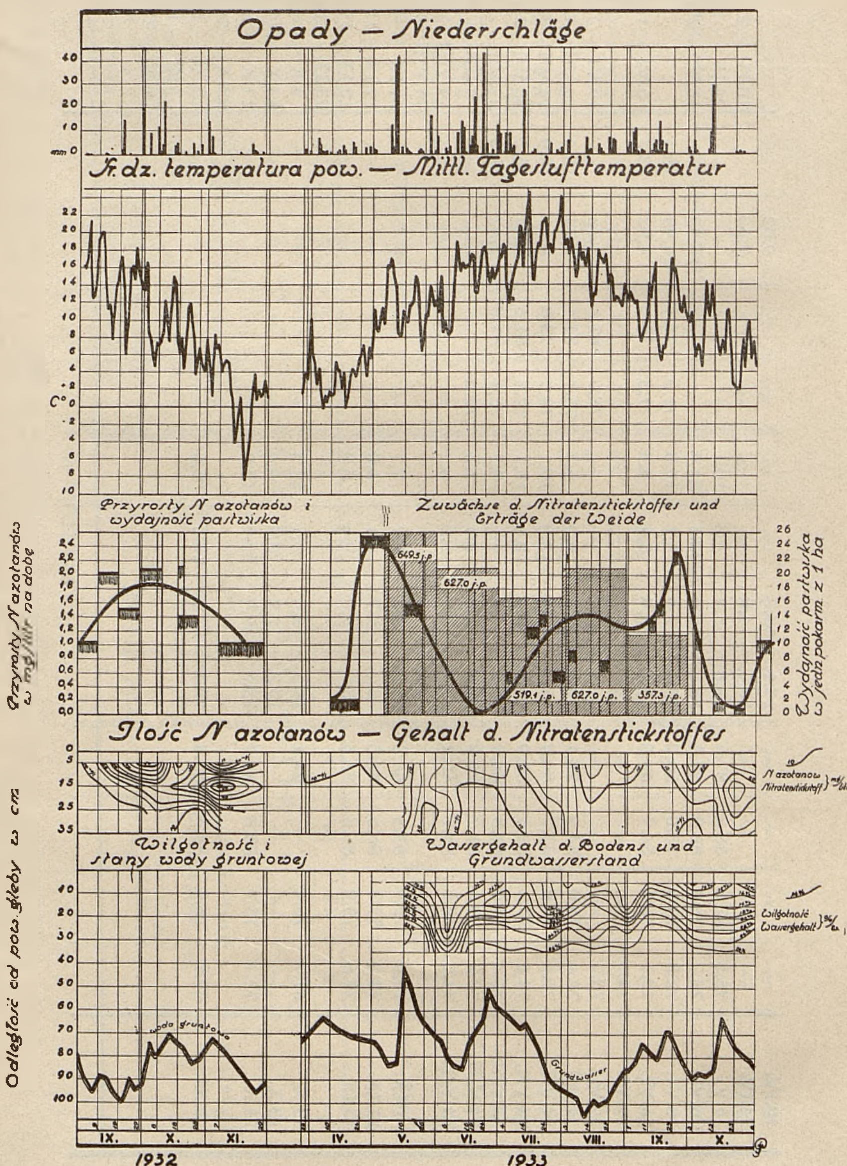
Jeśli będziemy porównywać ilości azotanów na ugorze i na poletkach obsianych, to zauważymy różnice w zawartości na

TABLICA V.

Daty	Na ugorze — *Auf Brache*								Pod roślinnością — *Unter Pflanzendecke*				Przyrosty dzienne *N* azotanów na głębokości 5 cm. — *Täglicher zuwachs an Nitratenstickstoff in 5 cm Tiefe*	
	$^0/_0$ wilgotności — *Wassergehalt* $^0/_0$				*N* azotanów w mg/litr — *Nitratenstickstoff in mg/liter*				$^0/_0$ wilgotności — *Wassergehalt* $^0/_0$		*N* azotanów w mg/litr *Nitratenstickstoff in mg/liter*		w dniach; od ...... do ...... *Detum von ...... bis ......*	mg/litr i dobę *mg/litr pro Tag*
	na głębokości — *in Tiefe von cm.*													
	5	15	25	35	5	15	25	35	5	15	5	15		
1932 r.										Pod rzepakiem — *Unter Raps*				
31.VIII.	—	—	—	—	7,1	—	—	—	—	—	4,9	4,9	31.VIII—9.IX	1,05
9.IX.	—	—	—	—	16,5	8,7	8,0	—	—	—	20,0	20,0	9.IX —19.IX	2,04
19.IX.	—	—	—	—	36,9	14,2	7,4	—	—	—	20,0	—	19.IX —29.IX	1,53
29.IX.	—	—	—	—	52,2	21,9	6,3	—	—	—	20,4	—	29.IX —10.X	2,09
8.X.	—	—	—	—	52,3	28,4	15,7	—	—	—	25,4	—	10.X —20.X	2,13
18.X.	—	—	—	—	16,9	31,7	11,6	9,8	—	—	—	—	18.X —28.X	1,42
28.X.	—	—	—	—	31,1	34,6	7,4	7,9	—	—	25,7	—		
7.XI.	—	—	—	—	9,4	56,7	25,5	5,8	—	—	0,7	—	7.XI —29.XI	1,04
29.XI.	—	—	—	—	32,5	39,3	33,0	—	—	—	—	—		
1933 r.										Pod jęczmieniem — *Unter Gerste*				
27.III.	—	—	—	—	12,5	—	—	—	—	—	3,43	—		
29.III.	—	—	—	—	7,5	10,5	—	—	—	—	—	—		

10.IV.	—	—	—	—	17,1	13,0	—	—	—	—	9,02	—		
24.IV.	—	—	—	—	10,0	11,0	—	—	—	—	9,65	—	10.IV —24.IV	0,21
16.V.	76.5	82,5	88,7	87,5	2,8	5,4	4,8	10,1	—	—	—	—	24.IV — 8.V	2,55
26.V.	74,2	79.6	86.9	87,8	18.6	15.4	22,3	21,9	—	—	16,35	—	16.V —25.V	1.58
6.VI.	72.8	73,0	73.0	80,2	13.6	12,4	18,1	15.0	71,3	73,9	24,98	26.1		
16.VI.	72,1	76.6	84,7	86,8	17.5	5,9	5,8	4.9	77,3	76,6	4,92	23,4	6.VI —16.VI	0.40
19.VI.	74,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
24.VI.	73,7	—	—	—	—	—	—	—	78,6	81,6	1,36	—	19.VI —24.VI	0.03
4.VII.	76,4	75,0	84.5	86,1	19.8	11,2	9.9	5.7	75.1	81,1	0.72	18,4	4.VII— 7.VII	0,61
14.VII.	76.5	80,0	83,7	86,4	3,7	13,6	13.0	10,1	79,7	73,8	0,61	18.9	14.VII—20.VII	1.26
24.VII.	73,8	73.1	82,5	85.9	0.8	0,9	10,4	15,1	72,5	81.6	0,72	26.2	20.VII—24.VII	1,43
3.VIII.	76.4	75.0	84,5	86,9	3.3	2.4	4.1	5,7	75,1	81,0	2,62	19 0	27.VII— 2.VIII	0.62
14.VIII.	72,2	80.6	81.7	86.9	19.8	11.6	9,7	7.3	73.2	—	—	—	3.VIII— 7.VIII	0,92
23.VIII.	74,5	78.6	84,7	86,4	12,1	9,9	5.0	6.2	—	—	—	—	14 VIII—18.VIII	1,82
													18.VIII—23.VIII	0,72
1.IX.	73,0	72,9	83.5	86,3	21,8	8,8	5,7	7,7	—	—	—	—	1.IX - 4.IX	1,24
11.IX.	74.0	82,8	86,6	86,5	6,1	8.7	6,1	6,0	—	—	—	—	11.IX —15.IX	1,34
23.IX.	72,6	79,9	86,8	86,6	13,9	7,8	9,6	8,8	—	—	—	—	15.IX—19.IX	1,58
													23.IX —26.IX	2,33
3.X.	67,7	76,4	—	87,1	29,2	16,4	8,7	13,3	—	—	—	—	4.X — 7.X	1,09
13.X.	—	—	—	—	19,3	12,7	8,4	6,4	—	—	—	—	13.X —17.X	0,19
23.X.	72,1	75,7	83,8	86,7	13.6	29,9	22,9	13,9	—	—	—	—	17.X —20.X	0.18
													22.X —28.X	0,11
2.XI.	69,9	76.4	84,8	85,4	10,7	21,6	18,2	8,6	—	—	—	—	2.XI — 6.XI	0,84
													2.XI — 9.XI	1,06
													21.XI —24.XI	1.08

korzyść ugoru, które wzrastają w miarę rozwoju roślin uprawnych. Wywołane jest to częściowo pobraniem azotu przez rośliny, a częściowo przez nieco zmniejszoną być może zdolność



rys. 1.

tworzenia azotanów, spowodowaną różną wilgotnością, temperaturą i t. d. Tu musimy zaznaczyć, że na ugorze, by nie powiększać szybkości tworzenia azotanów, po za pieleniem ręcznem chwastów, żadnych uprawek nie wykonywano.

Dla sprawdzenia wpływu roślinności na szybkość wytwarzania azotanów, założono na wiosnę 1933 roku specjalne poletka, obsiane różnemi gatunkami roślin, oraz poletka ugorujące, na których oznaczano kilkakrotnie przyrosty azotanów. Niestety, ulewne deszcze w kilku wypadkach zmusiły do usunięcia wielu danych. Zupełnie pewne liczby uzyskano tylko w dniach od 27. VII do 2. VIII. Przyrosty w tym okresie podane są na tablicy VI.

TABLICA VI.

Przyrosty azotanów na ugorze i pod roślinami. Dział XXXVI. Rok 1933.
Nitratenstickstoffzuwachs auf Brache und unter Pflanzendecke.

Roślina *Pflanze*	Przyrosty N azotanów w mg/litr *Nitratenstickstoff zuwachs in mg/l*		% wilgotności *Wassergehalt %*	Roślina *Pflanze*	Przyrosty N azotanów w mg/litr *Nitratenstickstoff zuwachs in mg/l*		% wilgotności *Wassergehalt %*
	od 27.VI do 2 VIII	dobowe			od 27.VII do 2.VIII	dobowe	
Ugor	2,75	0.55		Konicz. czerw.	1,92	0,38	—
"	3.60	0,72	74.0	Konicz. + 1/1 rajgr.	1.28	0,26	71.3
"	2,55	0,51		" + 1/2 "	1,94	0,39	73.4
"	3.43	0,69		" + 3/4 "	2,24	0,48	75.7
Peluszka	3,84	0.18	73,0	Rajgras	3,84	0,65	69.6
Wyka	3,58	0.72	76,2	Marchew	1,37	0,27	71,5
Łubin	3,36	0.67	72,4	Ziemniaki	2.33	0.47	69,4
Jęczmień	1,32	0.27	78,5	Buraki	3.41	0,67	—

Z tej tablicy nie widać wyraźnego zmniejszenia się szybkości tworzenia się azotanów pod roślinami jednorocznemi w porównaniu do ugoru, gdyż wahania między stanem pod

poszczególnemi roślinami naogół nie o wiele są większe, niż wahania w oznaczeniach z poszczególnych punktów. Oczywiście dotyczy to roślin jednorocznych, pod które wykonano te same uprawy, co i pod ugor.

Jak już to wyżej omówiliśmy, największe ilości azotanów, a więc i szybkość tworzenia się azotanów w powierzchownej warstwie maleją w głąb. Zdaje się też, że w tej warstwie są umieszczone w olbrzymiej większości korzenie, wybiegające po za warstwę 20 cm jedynie nielicznemi, pojedyńczemi promieniami. Tutaj musi się odbywać największe pobieranie azotu. Pewien przyczynek w tym kierunku daje nam obserwacja z dnia 10. VIII roku 1932 po dłuższej suszy. Tablica VII.

TABLICA VII.

Ilości *N* azotanów w dniu 10.VIII.1932 r. Dział XXXVI.
Nitratenstickstoffgehalt mg litr.

Głębokość warstwy *Dicke der Schicht*	Ugór *Brache*	Peluszka *Feldbohne*	Różnica *Differentz*
5 — 10 cm.	43,5	24,1	19,4
10 — 15 cm.	35,2	18,9	16,3
15 — 20 cm.	30,6	25,0	5,6
20 – 30 cm.	14,3	6,8	7,5
30 — 35 cm.	12,1	6,4	5,7

Z obserwacji tej, wykonanej na dwóch poletkach obok siebie leżących, na których zarówno przedplon był jednakowy, jak nawożenie i mechaniczna uprawa, widać, że ilość azotanów na ugorze jest mniejszą w warstwach dolnych niż górnych, mniejszą też jest różnica między ilością azotanów na ugorze i pod peluszką. Na głębokości 20 cm różnica owa zanika, natomiast w głębszych warstwach znowu się pojawia, wprawdzie niewielka, ale zdaje się jednak istotna. Różnice w górnych warstwach tłumaczą się tem, że rośliny pobierają azotany w tej warstwie, no i może być, że jest również niewielkie zmniejszenie się energji tworzenia się azotanów pod rośliną, które być może jednak jest bardzo małe, jak to wskazują liczby tablicy VII. Różnice w zawartości azotanów w war-

stwach dolnych przypisać należy temu, że z górnych warstw namywanie jest większe na ugorze, niż pod roślinami. Zatem straty w azotanach spowodowane wypłukiwaniem są znacznie większe na ugorze, niż na polu porośniętem roślinnością.

Oczywiście ilości azotanów w glebie pokrytej roślinnością będą zależały od gatunku rośliny, od stopnia pokrycia nią gleby, oraz od stopnia zaawansowania roślin w rozwoju. Tak np. w dniu 18. VII 1932 roku zanotowano różne ilości azotanów pod różnemi roślinami. Oczywiście zarówno uprawa jak i nawożenie jednakowe na ugorze i na poletkach obsianych. Wyniki tych analiz zestawiono w tab. VIII.

TABLICA VIII.

Ilości N azotanów w kg/ha w dniu 18.VII 1932 r. Dział XXXVI.
Nitratenstickstoffgehalt kg/ha in Tage 18. VII. 1932 J.

Rodzaj roślinności *Art der Pflantze*	Ilości N azotanów *Nitratenstickstoff*
Ugor — *Brache*	43,5 ± 6,9
Peluszka z owsem — *Haferbohne*	25,2 ± 6,8
Koniczyna czer. — *Rotklee*	10,6 (8,8; 8,2; 6,2; 19,2)
Trawy z koniczynami — *Kleegras*	16.4 (ślad; ślad; 10.2; 22,0).
Trawy — *Gräser*	ślady — *Spuren*
Owies — *Hafer*	3,5 (ślady; 5,2; 2,8; 6,0).
Jęczmień — *Gerste*	2,8 (ślady; 2,6; 2,8; 5,8).
Ziemniaki — *Kartoffel*	wszędzie ślady — *überall Spuren*

Liczby te wskazują, że wykorzystanie tworzącego się N azotanów przez rozmaite rośliny jest różne. Naprzykład trawy i ziemniaki spotrzebowały go prawie całkowicie, kłosowe w wysokim stopniu, natomiast peluszka wykorzystała go stosunkowo słabo, coś około w 60%. Dlatego też nie możemy uważać tej rośliny za odpowiednią na takie torfowiska, gdzie tworzenie się azotanów przebiega jeszcze bardzo intensywnie. Z tych liczb widzimy również, że jednarazowe oznaczenie azo-

TABLICA IX.

Rok 1934. Dział XIV. Pastwisko. *Jahr 1934. Feldschlag XIV. Weide.*

Daty — *Datum*	Ilość dni — *Anzahl d. Tage*	Ilość oznaczeń — *Anzahl d. Bestimmung*	Głębokość 5—10 cm. *Tiefe 5—10 cm.*					Głębokość 15—20 cm. — *Tiefe*				Głębokość 25—30 — *Tiefe*			
			Ciężar 1 litra torfu w g *Gewicht 1 l Torf in g*	Ilość N azotanów w mg/litr *Nitratenstickstoff anzahl in mg/litr*	Przyrosty N azotanów na dobę w mg *Nitratenstickstoff — zuwachs in mg pro Tages*	Wilgotność torfu — *Wassergehalt*: w $\%$ wagowych *in $\%$ gewicht*	Wilgotność torfu — *Wassergehalt*: w $\%$ całkowitego nasyc. *in $\%$ der vollkapazität*	Ciężar 1 litra torfu w g *Gewicht 1 l Torf in g*	Ilość N azotanów w mg/litr *Nitratenstickstoff anzahl in mg/litr*	Wilgotność torfu — *Wassergehalt*: w $\%$ wagowych *in $\%$ Gewicht*	Wilgotność torfu — *Wassergehalt*: w $\%$ całk. nasyc. *in $\%$ der vollkapazität*	Ciężar 1 litra torfu w g *Gewicht 1 l Torf in g*	Ilość N azotanów w mg/litr. *Nitratenstickstoff-anzhal in g*	Wilgotność torfu — *Wassergehalt*: w $\%$ wagowych *in $\%$ Gewicht*	Wilgotność torfu — *Wassergehalt*: w $\%$ całk. nasyc. *in $\%$ der vollkapazität*
od 4.IV		10	977±6.2	0.76±0.022		76.4±0.67	96.3	908	0.67	82.2	100.0	910	0.71	83.5	97.4
do 7.IV	3	10	989±8.5	0.54±0.070	0.00	75.1±0.74	94.6								
od 14.IV		10	954±5.8	0.33±0.057		75.2±0.66	94.8	967	0.49	82.2	100.0	910	0.11	84.9	99.0
do 18.IV	4	10	997±4.8	0.47±0.058	0.047±0.016	75.2±0.95	94.8								
od 24.IV		10	967±7.9	0.30±0.017		75.1±0.80	96.0	894	0.96	80.2	97.6	890	0.90	83.0	98.0
do 27.IV	3	10	970±6.8	0.41±0.023	0.037±0.021	74.8±0.51	94.3								
od 4.V		10	937±11.5	0.69±0.107		71.8±0.27	90.5	925	1.00	80.5	98.0	866	0.65	84.9	99.0
do 8.V	4	10	935±8.0	1.24±0.113	0.596±0.089	72.8±0.37	91.9								
od 14.V		10	877±22.6	0.49±0.660		69.7±1.90	87.9	808	0.54	79.8	97.0	852	1.03	85.6	99.9
do 17.V	3	10	882±17.0	1.19±0.196	0.239±0.041	72.7±0.29	91.7								
od 24.V		10	917±15.1	0.21±0.068		73.8±0.39	93.0	840	0.88	81.8	99.5	871	1.47	84.5	98.6
do 28.V	4	10	907±15.0	1.22±0.811	0.185±0.052	72.7±0.92	91.7								
od 2.VI		10	875±21.0	0.28±0.037		71.7±1.10	90.0	836	0.59	80.4	97.8	879	0.91	85.5	99.8
do 7.VI	5	10	953±7.1	0.97±0.104	0.132±0.018	72.7±0.50	91.7								
od 15.VI		10	904±17.4	0.30±0.016											
do 19.VI	4	10	916±9.4	0.86±0.070	0.138±0.018	73.4±1.03	92.6								

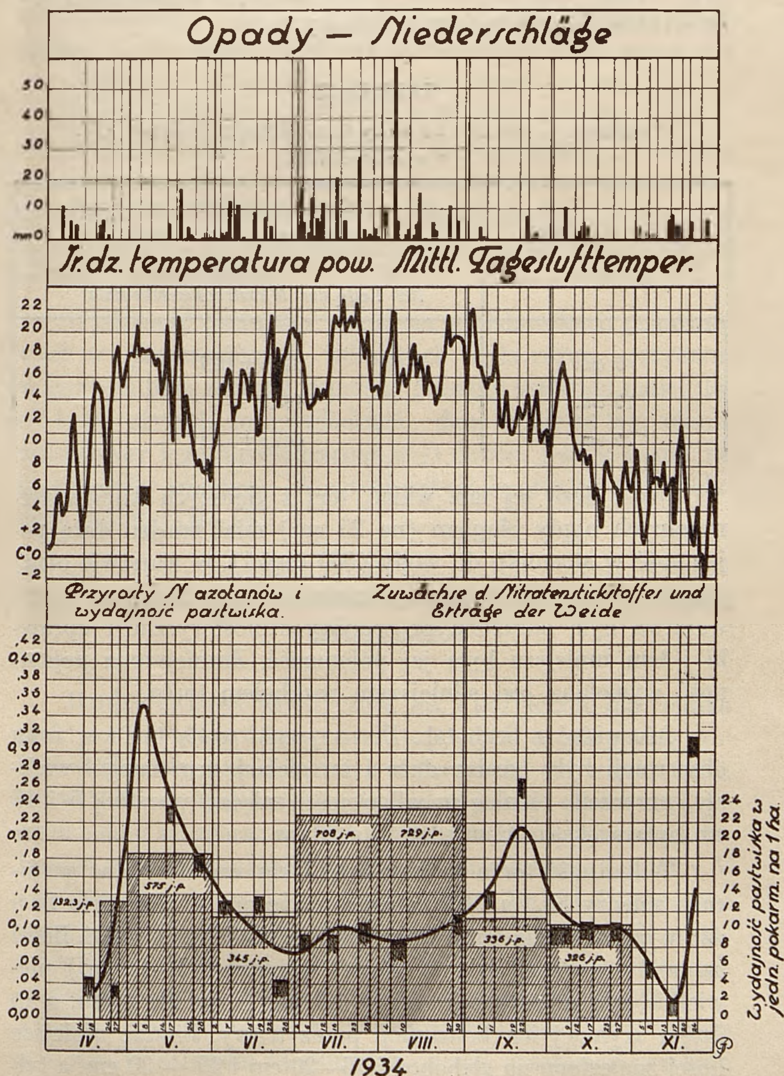
od 22.VI		10	904±9.7	0.39±0.017		74.3±1.90	93.7	876	0.45	82.2	100.0	882	0.29	86.4	100.0
do 28.VI	6	10	873±8.4	0.67±0.070	0.043±0.012	71.1±0.50	89.7								
od 2.VII		10	894±15.1	0.43±0.025		72.0±0.80	90.6								
do 6.VII	4	10	964±7.9	0.81±0.080	0.093±0.024	72.3±0.04	91.3								
od 12.VII		10	904±9.1	0.27±0.039		75.7	95.4	972	0.54	82.2	100.0	859	0.09	84.9	99.1
do 16.VII	4	10	925±10.1	0.64±0.129	0.093±0.034	75.2	94.9								
od 23.VII		10	906±9.3	0.43±0.075		70.5	88.9	882	0.31	82.5	100.0	835	0.35	85.7	100.0
do 28.VII	5	10	954±4.7	0.94±0.196	0.108±0.032	73.7	93.0								
od 4.VIII		10	924±9.9	0.44		73.2	92.3	826	ślad	78.8	96.0	874	2.46	85.7	100.0
do 10.VIII	6	10	940±10.9	0.65±0.10	0.086±0.015	74.5±0.70	94.0								
od 14.VIII		10	942±9.7	0.41±0.026		71.2±0.40	89.8	864	0.04	77.0	95.0	883	0.85	85.7	100.0
do 18.VIII	4	10	963±8.9	0.34±0.065		72.6±1.00	91.6								
od 27.VIII		10	945±15.6	0.31±0.035		71.8	90.5	899	ślad	80.3	97.7	887	ślad	84.3	98.4
do 30.VIII	3	10	946±10.9	0.64±0.042	0.117±0.021	73.4	92.5								
od 7.IX		10	941±8.7	0.49±0.060		— —	—	836	0.17			978	0.06		
do 11.IX	4	10	914±7.1	1.06±0.073	0.142±0.018	70.5	88.9	836							
od 19.IX		10	943±10.1	0.37±0.019		72.1±0.40	90.9	812	0.21			811	0.36		
do 22.IX	3	10	923±11.0	1.17±0.076	0.269±0.021	72.4±0.04	91.3	—							
od 1.X		10	918±1.2	0.32±0.058		— —	—	883	0.34			875	0.39		
do 9.X	8	10	932±9.3	1.14±0.160	0.102±0.023	— —	—	—							
od 12.X		10	924±16.5	0.31±0.062		— —	—					866±10	0.39		
do 17.X	5	10	949±1.4	0.86±0.087	0.108±0.021	73.2	92.3	859±19	0.41±0.30			866±10	0.39±0.01		
od 23.X		10	940±10.6	0.46±0.790		— —	—	833±16	0.62±0.12			879±13	0.42±0.01		
do 27.X	4	10	932±16.2	0.89±0.124	0.107±0.02	— —	—								
od 5.XI		10	949±11.0	0.54±0.048		73.7±0.80	93.0								
do 8.XI	3	10	952±10.6	0.67±0.080	0.062±0.014	72.0±1.79	91.0								
od 13.XI		10	956±12.0	0.51±0.058		72.8±0.60	96.9	858±16	0.71	76.8	93.4	865±15	0.63±0.198	85.1	99.3
do 17.XI	4	10	966±9.3	0.59±0.065	0.019±0.017	73.8±1.00	93.1								
od 20.XI		10	966±9.2	0.61±0.050		72.8±0.70	96.9	906±14	0.66±0.19	76.8	93.4	877±3	0.76±0.014	85.2	99.4
do 24.XI	4	10	997±24.0	0.92±0.050	0.315±0.052	73.1±0.72	92.2								
od 30.XI		8	967±7.0	0.78±0.081		70.5±1.70	88.9								
do 3.XII	3	10	958±10.0	0.79	0.003										

tanów w glebie nie wiele nam mówi o tworzeniu się tych związków, a nawet często może dać obraz fałszywy.

Przejdziemy teraz do omówienia przyrostów azotanów w ciągu sezonu. Przyrosty te, jak to widać z tablicy III, a zwłaszcza wykresu, są ogromnie zmienne. W jesieni roku 1932 były bardzo wysokie. W roku 1933 tworzą przyrosty linję falistą o pewnym jednak ogólnym charakterze, a mianowicie: w maju przyrosty są bardzo wysokie, w czerwcu spadają bardzo nisko, by podnieść się w drugiej dekadzie lipca, utrzymując się z różnemi wahaniami na wysokim poziomie do połowy października, spadając w drugiej połowie tego miesiąca do zera. W listopadzie tworzenie się azotanów zwiększyło się znowu. Te liczby tłumaczą nam kilka zjawisk, notowanych w roku obserwacji. Po pierwsze niski plon pierwszego pokosu i reakcja na nawożenie azotowe w pierwszym pokosie, gdyż jedynie w krótkim okresie majowym była trawa dostatecznie zasilana przyswajalnym azotem. W czerwcu brak tego składnika zahamował wzrost traw. Po drugie: wyjaśnia nam się powód spadku wydajności pastwiska, jaki zaobserwował p. St. Mataszewski w swoich doświadczeniach nad wyceną pastwisk (6), w miesiącu lipcu (patrz wykres 1). Obniżenia się wydajności pastwiska w tym okresie w latach poprzednich nie obserwowano.

2. **Zmiany w zawartości azotanów, oraz w natężeniu nitryfikacji w ciągu wegetacji w roku 1934.**

W roku 1934 wykonano identyczne obserwacje w powierzchownej warstwie (5 cm), jak w latach poprzednich, tylko już na pastwisku, a to w celu poznania przebiegu tworzenia się azotanów w warunkach mniej sprzyjających. Jedną z kwater pastwiskowych na dziale XIV przeznaczono na teren badań spasając ją w dniach, w których próbki na azotany nie były brane. W warstwie głębszej oznaczano ilości azotanów i wilgotność na głębokości 15 i 25 cm. Dane z tych obserwacyj zestawione są na tab. IX i na wykresie 2, gdzie związane są one z danemi meteorologicznemi (opadem i średnią dzienną temperaturą).



rys. 2.

We wszystkich trzech warstwach oznaczono kilkakrotnie pojemność wodną. Ponieważ żadnych upraw tu nie mieliśmy

więc wciągu sezonu wahań w niej nie było i podajemy tylko średnią dla całego roku na tablicy X.

TABLICA X.

Pojemność w stosunku do wody (nasiąkliwość) na dziale XIV.
Wasserkapatzität

Torf z głębokości *Torf aus einer Tiefe*	100 części wagowych suchej masy torfu pochłonęło wody części *Einsangung von Washergewiehls teil durch 100 Teile der Moortrockensubstantz.*
5 cm.	382,6 ± 18,7
15 cm.	462,5
25 cm	601,3 ± 2,8

Jak z liczb tej tab. widać, torf z głębszych warstw nieruszanych nigdy pługiem (na 25 cm) miał bardzo dużą pojemność w stosunku do wody (600 części), w warstwie ornej pojemność ta była znacznie mniejszą i im wyżej, tem więcej warstwa była narażona na wpływy atmosferyczne i uprawki i tem mniejsza była jej pojemność. Zmniejszona pojemność wywołana jest silniejszym rozkładem torfu.

Jak widać z liczb tab. IX nasycenia wodą torfu w roku obserwacji były bardzo duże i im głębiej, tem naogół większe, przyczem różnica w wilgotności między warstwą 5 i 15 cm była większa niż między 15 a 25 cm.

Wilgotność torfu w warstwie 5 cm wahała się w granicach między 88,9 a 96,9 pełnego nasycenia, a więc była bardzo wysoka, dzięki temu i nitryfikacja przebiegała słabo. Ilości azotanów na łące były w górnej warstwie (5—10 cm) niewielkie, nie przekraczały nigdy 1,5 mg N na litr torfu, a to dzięki szybkiej ich konsumcji przez trawy. Jeszcze mniejsze ilości znaleziono na głębokości 15—20 cm i 25 — 30 cm, a tylko po ulewniejszych deszczach (np. 4. VIII) ilości azotanów w dolnych warstwach były większe niż w górnych.

Rozpatrując linję przebiegu przyrostów azotanów w ciągu roku zauważymy, że i w roku 1934 jest ona bardzo falista i po-

mijając drobne wahania tworzy dwa szczyty energiczniejszego ich powstawania. Pierwszy szczyt w początkach maja trwał bardzo krótko dzięki spadkowi temperatury, drugi szczyt był we wrześniu. To też zarówno w pierwszym pokosie, jak i w drugim na łąkach starszych (trwałych), jak to widać z tab. I, niewystarczało azotu azotanowego dla normalnego plonu łąki i nawożenie dodatkowe azotowe pod pierwszy i drugi pokos powodowało zwiększenie plonu. Ciekawem jest, że zarówno w r. 1933 jak i 1934, najwyższe liczby przyrostów otrzymano w maju i we wrześniu.

Wydajność pastwiska wyrażona w jednostkach pokarmowych w poszczególnych miesiącach była różną, przyczem w czerwcu była znaczna depresja. Niestety spowodu małej ilości krów użytych do doświadczeń, dane te nie są wg. zdania wykonawcy tego doświadczenia, zbyt pewne, jeśli je rozbić na poszczególne miesiące. A zatem należy je przyjąć tylko jako dane orjentacyjne (6).

3. Początek i koniec tworzenia się azotanów w okresie sezonu wegetacyjnego.

Bardzo ciekawe teoretycznie, jak i pożyteczne dla rolnika praktyka jest stwierdzenie czasu rozpoczęcia tworzenia się azotanów. Niestety, wskutek zmian w personelu, ani w roku 1932, ani w 1933 nie mogliśmy zrobić większej ilości obserwacyj, jedynie udało się zebrać materjał tylko taki, który pośrednio daje nam pewne wskazówki co do tego zagadnienia. Z tablicy V i wykresu I widzimy, że w okresie między 10 i 24. IV zarówno na ugorze jak i pod rzepakiem stwierdzono przyrosty N azotanów. Następnie na tymże dziale XXXVI, lecz w innem doświadczeniu zanotowano następujące ilości N azotanów dnia 20. III. — 3,0 ± 0,4 mg/litr, dnia 24. IV. — 3,8 ± 0,7 i dnia 8. V. — 39,5 ± ± — 4,5. W ostatnim 14-dniowym okresie obserwacji przybyło N azotanów 35,7 ± 4,5 mg/litr, czyli średnio na dobę 2,55 ± — ± 0,32 mg N/litr. Na przyrost azotanów w połowie kwietnia wskazują jeszcze liczby zebrane na dziale XXXIII, gdzie były robione doświadczenia z czasem siewu. N azotanów znalezio-

no tam dnia 5. IV — 5,8 mg, dnia 13. IV — 14,4 mg, 20. IV — 11,6 mg, 27. IV — 7,1, dnia 4.V — 10,1 mg, i 11.V — 24,6 mg. Tutaj widzimy niewielki przyrost w połowie kwietnia, potem następują deszcze, które zaciemniają nam obraz wypłukując azotany, wreszcie w początkach maja zaczyna się przyrost niemniejszy od 2 mg N azotanów na litr i dobę. Na zasadzie wyżej przytoczonych danych możemy przypuszczać, że silniejsze tworzenie się azotanów zaczęło się w roku 1933 w początkach maja. Kwietniowe przyrosty zdaje się były bardzo nieznaczne.

TABLICA XI.
Przyrosty *N* azotanów na dziale XXXIII. Wiosna rok 1934.
Nitratenstickstoff zuwachs auf dem Feldschlag XXXIII.

Data obserwacji *Datum*	Przyrosty *N* azotanów w mg/litr i dobę *Nitratenstickstoff zuwachs in mg/l pro Tag*	Wilgotność — *Wassergehalt*	
		w $^0/_0$ wagowych *in Gewicht-prozenten*	w $^0/_0$ całkowitej pojemności *$^0/_0$ voller Sättigung*
21.III — 27.III	0,139 ± 0,056	77,6	
27.III — 3.IV	0,200 ± 0,143	76,7	
6 IV — 10.IV	0,430 ± 0,142	75,4	
11.IV — 16.IV	0,014 ± 0,126	75,0	
17.IV — 21.IV	0,441 ± 0,257	73,9	
28.IV — 1.V	0,215	72,8	
12.V — 16.V	1,136	72,6	
29.V — 1.VI	0,934	72,2	

W roku 1934, w początku kwietnia, na pastwisku, nie zaobserwowano wcale wzrostu azotanów, nieznaczne przyrosty, leżące jednak w granicach błędu, stwierdzono w drugiej połowie kwietnia, większe zaś tworzenie się azotanów dopiero w początkach maja (patrz tab. IX). Inaczej było na polu przygotowanem pod jarzyny. Tam tworzenie się azotanów było znacznie wcześniejsze, już bowiem w początku kwietnia są zu-

pełnie pewne przyrosty, jak to wykazuje tab. XI, lecz większe nieco dopiero w końcu kwietnia, a wysokie w maju.

TABLICA XII.

Przyrosty *N* azotanów na łące i na roli. Wiosna 1934 r.
Nitratenstickstoffzuwachs. Frühling 1934.

Data *Datum*	Dział XII. *Feldschlag* — Łąka — *Wiese*			Data *Datum*	Dział XXXIII. *Feldschlag* Rola — *Acker*		
	N azotanów *Nitratenstickstoff*				*N* azotanów *Nitratenstickstoff*		
	w mg/litr *in mg/l*	Przyrost na dobę w mg/litr. *Tägliche zuwachs in mg/l*	% wody *Wassergehalt*		w mg/litr *in mg/l*	Przyrost na dobę w mg/litr *Tägliche zuwachs in mg/l*	% wody *Wassergehalt*
7.IV	2,34		74.7	5.IV	2,45		78,7
11.IV	1,95	0,000	75,4	9.IV	4,27	0,478	80,2
17.IV	1,24		76,2	13.IV	2,51		79,1
23.IV	0,99	0,00	76,2	16.V	3,59	0,362	79,4
26.IV	0,98		73,1	16.IV	2,77		79,1
1.V	1.48	0,099	73,5	19.IV	2,73	—	78,5
26.IV	1,17		73,9	24.IV	3,47		78,6
1.V	1,95	0,157	74,6	30.IV	5,50	0,338	78,6
7.V	1,528		74,1	15.V	4,56		79,2
10.V	1.616	0,029	74,1	18.V	4,56	0,108	77,2
17.V	1,552		74,6				
20.V	2,037	0,162	73 0				
3.VI	2,20		73,0				
5.VI	5,45	1,610	73,6				

W roku 1935 rozpoczęto obserwacje nad tworzeniem się azotanów nieco później, z powodu spóźnionej wiosny, bo dopiero w początkach kwietnia. Obserwacje te wykonano na łą-

ce (dział XIV) i na polu (dział XXXIII) przygotowanem pod siew jarzyn. Wyniki zestawiliśmy w tab. XII.

Z liczb tej tablicy wynika, że na roli i w roku 1934 wystąpiła wyraźna nitryfikacja wcześniej niż na łące. Na roli bowiem stwierdzono znaczne przyrosty azotanów już w początkach kwietnia, a na łące dopiero w końcu kwietnia i to bardzo

TABLICA XIII.

Ilości i przyrosty *N* azotanów na życie i pastwisku. Wiosna rok 1933.
Nitratenstickstoffgehalt und-zuwachs auf dem Rogenfeld und auf dem Weide 1933.

Data *Datum*	Na życie — *Auf dem Rogenfeld*		Data *Datum*	Na pastwisku — *Auf dem Weide*	
	Ilość *N* azotanów *Nitratenstickstoffgehalt*	Przyrosty *N* azotanów *Nitratenstickstoffzuwachs*		Ilość *N* azotanów *Nitratenstickstoffgehalt*	Przyrosty *N* azotanów *Nitratenstickstoffzuwachs*
	w mg/litr — *in mg/l*			w mg/litr — *in mg/l*	
6.IV	2,98		4.IV	0.76	
12.IV	3,72	0,123	7.IV	0.54	—
26.IV	3,13		14.IV	0,33	
1.V	8,41	0,850 ± 0,263	18.IV	0,47	0,047 ± 0.002
11.V	1,38		24.IV	0,30	
15.V	2,56	0,295 ± 0,042	27.IV	0,41	0,037 ± 0,021
			4.V	0,69	
			8.V	1,24	0,596 ± 0,089
			14.V	0,49	
			17.V	1,19	0,239 ± 0,041

nieznacznie. Nitryfikacja była tam aż do połowy maja bardzo słaba. Zgadza się to z rozwojem szaty łąkowej na torfach w tym roku, gdyż do trzeciej dekady maja wzrost traw był bardzo mizerny. Silny rozwój traw rozpoczął się dopiero w końcu maja i w początkach czerwca. W tym czasie przebieg pogody wpłynął bezpośrednio na rozwój traw (temperatura i opady) i pośrednio przez stworzenie lepszych warunków dla nitryfikacji.

Powyższe materjały zdaje się wyjaśniają zaobserwowane zjawiska, że gdy na torfowiskach żyto tylko nieznacznie później rusza niż na glebie mineralnej (kilka dni różnicy), to taka różnica w ruszeniu traw jest znacznie większa między łąkami mineralnemi i torfowemi. Rozpoczęcie się zazieleniania łąk torfowych i widoczny wzrost trawy jest do kilkunastu, a nieraz kilkudziesięciu dni późniejsze niż łąk mineralnych. Nie możemy sobie tego zjawiska wytłomaczyć jedynie czynnikami mikroklimatycznemi, ale pośredniem ich działaniem po przez tworzenie się azotanów. A mianowicie wczesną wiosną na polu z żytem znajdujemy jeszcze spore ilości azotanów, które zmagazynowały się na jesieni, a których deszcze nie zupełnie wyługowały a żyto nie pobrało, jak to widać na tablicy XIII. Te ilości są widocznie dostateczne, by budzącą się do życia roślinność zasilić w azot.

Inaczej się przedstawiają te stosunki na łące czy pastwisku.

Tam wogóle na jesieni przyrosty są znacznie mniejsze jak to widać z tablicy XI, a zapotrzebowanie przyswajalnego azotu przez trawy jest większe, wobec tego już z zimy wychodzi łąka uboga w azotany. Wczesną wiosną, w naszym wypadku w kwietniu, przyrosty azotanów i na roli są nieznaczne, a na łące prawie żadne i absolutnie niewystarczające do wzmożenia życia łąki, która jest silnie zadarniona. Stan wilgotności, temperatura gleby i powietrza przekroczyły, względnie doszły do granic minimalnych potrzeb koniecznych do ruszenia wegetacji traw, jednak brak azotu przyswajalnego powstrzymuje pełne ruszenie się roślinności, a więc opóźnia wegetację. Prawdopodobieństwo tej hipotezy wzmacnia jeszcze stwierdzony fakt, że na łąkach założonych w roku poprzednim, zazielenienie się runi jest znacznie wcześniejsze niż na łąkach starszych, i niewiele późniejsze niż obserwowane ruszenie się żyta. W tym wypadku znów dominującą rolę odgrywają azotany, których zapas na młodej łęce jest większy i łatwiejsza jest mineralizacja azotu.

Jeszcze jednym dowodem, stwierdzającym, że brak azotanów na wiosnę na łące torfowej opóźnia rozpoczęcie się wegetacji traw, są obserwacje z rozsiewem saletry. W roku 1934 zasiano w dniu 30. IV saletrę wapniową na niewielkich parcel-

kach rozrzuconych na łące (dział XVII). Ponieważ było sucho w tym czasie, saletra nie rozpuszczała się i nie dostawała się wgłąb do korzeni, przeto nie zaobserwowano działania saletry. Dlatego dnia 5.V podlano parcelki wodą z saletrą, podlewając równocześnie czystą wodą inne parcelki. Już dnia 7. V widać było działanie saletry gdyż podlane saletrą parcelki zazieleniły się. Podlane czystą wodą miały barwę nadal szarobrunatną. Podobną obserwację wykonano i w roku 1935. Na dwóch działach XVIII (łąka dzika i XIX łąka sztuczna) założono po 16 poletek obserwacyjnych (2 m × 3 m), z których po 4-ry podlano saletrą w pierwszym terminie, po 4-ry w drugim i 4-ry w trzecim. Saletry dano w ilości 95 g na poletko. Oczywiście, że każdorazowo tą samą ilością wody podlewano wszystkie poletka niezależnie od nawożenia. Na poletkach saletrowanych dnia 22. III (w I terminie) zazieleniła się już trawa 25. III mimo, że rozmarznięcie torfu sięgało tylko 15 cm, na innych poletkach trawa była szaro brunatna. Na poletkach saletrowanych w drugim terminie, to jest dnia 11. IV, zazieleniła się trawa 20.IV, a na saletrowanych w trzecim terminie, 16.IV, zazieleniła się dnia 22.IV i bardzo szybko te poletka wyrównały się z poletkami wcześniej saletrowanemi. Niedługo potem ruszyła trawa na niesaletrowanych poletkach. Takie stosunki panowały na obu działach z tą różnicą, że na łące naturalnej działanie saletry było mniej intensywne.

Te obserwacje nasuwają nam przypuszczenie, że w wielu wypadkach, chcąc przyśpieszyć na wiosnę rozwój szaty łąkowej na kwaterach przeznaczonych na pierwsze spasanie opłaci się dać nawożenie azotowe (np. kompost), by wcześniej móc zacząć spasać. Musimy zaznaczyć jednak, że niesaletrowane poletka na torfie mogą bardzo często „dogonić” w późniejszem stadjum poletka saletrowane i np. w pierwszym pokosie już może nie być różnic.

Przejdziemy teraz do omówienia, kiedy na jesieni kończy się na torfowisku produkcja azotanów. Obserwacje z roku 1932 i 1933 (patrz tablica V lub rys. 1) i 1934 (tab. IX i rys. 2) wskazują na to, że przyrosty azotanów na torfowisku zdają się przebiegać do późna, to jest prawie do czasu kiedy torf zaczy-

na zamarzać. Nawet w ostatnich tygodniach jest niejakie wzmożenie nitryfikacji prawdopodobnie spowodowane zwiększonem oddychaniem gleby wskutek dużych różnic między temperaturą nocy i dnia. Przez te trzy lata przyrosty znaleziono jeszcze w listopadzie. Dane te zgadzają się z danemi Reinckego, który notował przyrosty nawet i w grudniu.

4. Wilgotność torfu a przyrosty azotanów.

Na szybkość tworzenia się azotanów działa cały szereg czynników; jednym z nich, bardzo ważnym, jest woda, której znaczenie było bodaj najwięcej studjowane, lecz przeważnie w glebach mineralnych. W glebie torfowej, jako glebie błotnej, znaczenie jej będzie jeszcze większe. Uwilgotnienie przytem, wiąże się z lepszą lub gorszą aeracją, co zdaje się być główną przyczyną niekorzystnych warunków dla nitryfikacji na zbyt mokrym terenie. We wspólnej pracy z dr. Bacem (1) jeden z nas wykazał wielką zależność między zawartością wody w torfie a tworzeniem się azotanów. Tutaj przytoczymy kilka obserwacyj dotychczas jeszcze nieogłaszanych.

Na terenie Zakładu na dziale XLII odwodnionym drenami systemu Butza, zasiane były wpoprzek drenów w jednym pasie koński ząb ze słonecznikiem, w drugim peluszka, obie rośliny do sprzętu na zielono. Dopóki peluszka była nieskoszona, łan roślinności wydawał się równy, lecz potem ukazała się na końskim zębie i słoneczniku falistość. W pewnych miejscach rośliny były wysokie, ładnie rozwinięte, ciemno-zielone, w innych bardzo niskie, bladozielone, wyglądem swym wskazujące na głód azotowy. Falistość ta była bardzo prawidłową i okazało się po bliższym zbadaniu, że pasy bujnej roślinności odpowiadały ściśle drenom, podczas gdy pasy słabej roślinności wypadały na międzydreny. Wobec tego podzielono teren na 9 równych poletek, z których Nr. 1, 3, 5, 7, 9 były poletkami „na drenach”, a poletka 2, 4, 6 i 8 wypadały „na międzydrenach”. Natychmiast po sprzęcie oznaczono na niektórych poletkach (1, 3, 5 i 2, 4, 6) procent wilgotności w torfie, zawartość N azotanów, całkowitą pojemność torfu (porowatość),

stopień nasycenia wodą torfu, oraz ciężar właściwy i wyliczono z tych danych % powietrza w torfie. Dane te podajemy na tab. XIV.

TABLICA XIV.

Doświadczenie na dziale XLII w roku 1933.

Nr. poletka *Nr. parzelle*	% wody w torfie *Wassergehalt*		Zawartość *N* azotanów w mg na litr torfu *Nitratenstickstoffgehalt in mg/litr*			Ciężar 1 litra torfu w g *Gewicht il Torf in g*	Ciężar właściwy *Specyfische gewicht*	% powietrza w torfie *Luftgehalt des Torfes in %*	Plon zielonej masy w kg z poletka *Grünmasertrag in kg parzelle*	
	dnia 4.VIII	dnia 8.VIII	dnia 4.VIII	dnia 8.VIII	Dzienny przyrost *Tageszuwachs*				koński ząb *Futtermays*	słonecznik *Sommerblühme*
1	66,5	65,7	0,58	4,57	1,00	680	1,24	35,3	243,0	224,2
3	68,7	72,1	0,44	6,75	1,58	747	1,13	33,0	225,0	221,8
5	66,7	70,0	0,56	5,49	1,24	697	—	—	285,2	276,2
7	—	—	—	—	—	—	—	—	218,0	276,6
9	—	—	—	—	—	—	—	—	199,0	192,1
średnio *Mitte*	67,6	69,3	0,53	5.60	1.27	708	1,18	34,1	234,1 276,6	228,3 240,9
2	76,2	77,6	0,39	1,93	0,39	998	1,17	9,7	41,7	68,1
4	77,2	78,2	0,51	2,57	0,52	908	1,19	9,5	98,4	103,0
6	79,5	79,2	0,57	2,14	0,39	891	—	—	116,0	97,2
8	—	—	—	—	—	—	—	—	151,0	87,5
średnio *Mitte*	77,6	78,3	0.49	2,21	0,43	932	1.18	9,6	101,8	88,9
*)	114	113	—	—	33,8	132		28,2	32,1	36,9

*) Przyjmując średnie dla poletek na drenach za 100 otrzymujemy:

W zależności od tego czy poletka znajdowały się na drenach czy między drenami, plony zarówno końskiego zębu czy słonecznika były bardzo różne, przyczem wszystkie poletka na

drenach dawały dosyć zgodne plony. Torf na tym dziale jest przybrzeżny, turzycowo olszynowy, prawdopodobnie o małej przepuszczalności, wskutek czego procent wody w torfie na poletkach „na drenach" był w czasie wegetacji znacznie wyższy, niż na poletkach „międzydrenami". Nasycenie wodą na poletkach pierwszych wynosiło około 83% całkowitej pojemności wodnej, na drugich 94%. Opierając się na poprzednich doświadczeniach (1) należało sądzić, że przebieg tworzenia się azotanów na poletkach „na drenach" będzie energiczniejszy niż na poletkach „międzydrenami". Obserwacje w dniach od 4.VIII do 8.VIII potwierdziły to przypuszczenie całkowicie. Przyrosty azotanów były trzykrotnie większe. W związku z silnem nasyceniem torfu wodą, procent powietrza zmniejszył się, spadając z 34% na 9,6%, a więc przeszło trzykrotnie. Dzięki zmniejszonemu tworzeniu się azotanów w miejscach przesyconych wodą zaczął występować brak azotu przyswajalnego, co odbiło się na wyglądzie i wzroście końskiego zębu i słonecznika. Plony słonecznika były wskutek tego prawie trzykrotnie niższe; plony końskiego zębu nieco mniej. Natomiast peluszka okazała się znacznie mniej wrażliwą na te niesprzyjające warunki wilgotności, brak powietrza i mniejszą ilość przyswajalnego azotu. Wprawdzie co do niej są to tylko dane „na oko", nie oparte na liczbach, gdyż do wykorzystania materjału przystąpiono dopiero po jej sprzęcie, jednak jeśli różnice były, to w każdym razie nie tak wielkie, jak przy końskim zębie czy słoneczniku.

Jeszcze jedną obserwację nad wpływem wilgotności torfu na tworzenie się azotanów zrobiono na dziale XXII, gdzie na niedrenowanym polu posiano buraki. Wskutek dużych opadów teren był za mokry, buraki źle rosły. Zbadano tam energję wytwarzania azotanów w dniach od 25.VII do 31.VII w 13 punktach kolejno oddalających się od kanału odwadniającego co 5—6 m. Pierwszy punkt leżał niedaleko od kanału (6—8 m). Prócz azotanów oznaczano tam procent wody w torfie. Wyniki podane są na tablicy XV.

W tem doświadczeniu duża zmienność w oznaczeniach zaciemnia obraz, niemniej jednak pewna zależność istnieje. Jeśli rozdzielimy szereg na dwie serje, suchszą od Nr. 1 do Nr. 7 i na

mokrzejszą od Nr. 8 do Nr. 13, to zauważymy, że procent wody w pierwszej wahał się od 71,7 do 75,3%, podczas gdy w drugiej serji wahania były od 76 do 78,0%. Odwrotnie przyrosty azotanów w serji pierwszej były wyższe bo od 0,09 do 0,27 mg N na litr i dobę, a w drugiej mokrzejszej od 0,01 do 0,15 mg N. Wogóle przyrosty na tym dziale były bardzo niskie, co odbiło się bardzo na plonach, zwłaszcza na części mokrzejszej (od 8 do 13), gdzie zrezygnowano ze sprzętu buraków.

TABL'CA XV.

Procent wody i przyrosty *N* azotanów w mg/litr torfu i dobę. (Dział XXII)
Wassergehalt und Nitratenstickstoffzuwachs in mg l pro Tag (Feldschlag XXII).

Punkt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
% wody w torfie *Wassergehaltprozent*	73,8	74,8	74,5	74,8	75,1	71,7	75,3	76,0	78,0	76,0	77,3	77,0	77,2
Przyrost *N* azotan. *Nitratenstickstoffzuwachs*	0,17	0,19	0,09	0,15	0,11	0,24	0,27	0,10	0,11	0,09	0,01	0,15	0,05

6. Uprawki mechaniczne a szybkość nitryfikacji.

Ponieważ szybkość tworzenia się azotanów zależy w wielkim stopniu od stanu osuszenia, a wraz z tem od dostępu powietrza, zrozumiałem jest, że wszelkie uprawki powinny zwiększać szybkość tworzenia się azotanów. Stwierdzają to obserwacje z roku 1932, 1933 i 1934. W roku 1932 na dziale XXXVI zaorano część poletek na jesieni, resztę pozostawiono nieruszane do wiosny. Ponieważ pole było po ziemniakach, na nowo zagospodarowanym dziale, więc jeszcze nie zachwaszczone, nie było innych strat w azotanach jak tylko przez wypłukiwanie i ewentualnie denitryfikację. Na obu kombinacjach robiono oznaczenia azotanów, których wyniki podane są na tab. XVI.

TABLICA XVI.

Ilości *N* azotanów w mg *N* na litr na dziale XXXVI w roku 1932.
Nitratenstickstoffgehalt in mg/l auf Feldschlag XXXVI in Jahr 1932.

Kombinacja	Głębokość w cm. *Tiefe in cm.*	W dniu *Datum* 29.IX	10.X	22.XI	30.XI
orane	5 — 10 cm.	38,1	61,6	13,9	34,3
Gepflügt	15 — 20 „	39,7	35,4	10,9	29,7
	Razem *Zusammen*	77,8	97,0	24,8	64,0
nieorane	5 — 10 cm.	26,2	46,6	58,4	50,0
Nichtgepflügt	15 — 20 „	28,2	27,3	14,7	36,0
	Razem *Zusammen*	54,4	73,9	73,1	86,0

Podobne obserwacje wykonano i w roku 1933 z tą różnicą, że oznaczono przyrosty azotanów; absolutnych ilości nie podajemy, gdyż wobec ciągłych opadów, nie były charakterystyczne (wyługowane). Wyniki mamy na tablicy XVII.

TABLICA XVII.

Przyrosty *N* azotanów w mg na litr i dobę w roku 1933.
Nitratenstickstoffzuwachs in mg/l und Tag in Jahr 1933.

Kombinacja	od (*vom*) 13.X do (bis) 17.X	od (*vom*) 17.X do (bis) 20.X	od (*vom*) 28.X do (bis) 3.XI	od (*vom*) 21.XI do (bis) 24.XI
orane *Gepflügt*	0,19 ± 0,03	0,18 ± 0,01	0,11 ± 0,04	0,57 ± 0,1
nieorane *Nicht gepflügt*	0,06 ± 0,02	0,08 ± 0,03	0,16 ± 0,02	0,20 ± 0,0
Różnica *Differentz*	0,13 ± 0,036 istotna *wesentlich*	0,10 ± 0,031 istotna *wesentlich*	0,05 ± 0,045 nieistotna *unwesentlich*	0,37 ± 0,1 niepewna *unsicher*

W obu wypadkach spulchnianie roli torfowej przez orkę przyśpieszyło tworzenie się azotanów. W roku 1932 w czasie pogody nagromadzały się azotany w większej ilości na oranym niż na nieoranem, lecz po deszczu stan ten się zmienił, po-

nieważ wymywanie było większe na spulchnionej roli, to też po deszczach ilości azotanów były mniejsze. Działanie orki wzmagające nitryfikację w roku 1932 trwa do zimy. W roku 1933 na nieoranem, szybkość tworzenia się azotanów była mniejsza, niż na oranem, ale stan ten trwał tylko do końca października, potem już różnice były niepewne.

W roku 1934 po sprzęcie jęczmienia zaorano szereg działek; jedną część ich przywałowano i obsiano łubinem, drugą pozostawiono w skibie (6 poletek), trzecią (6 poletek) pozostawiono nieoraną. Na wszystkich poletkach badano przyrosty azotanów, wyniki tych obserwacyj podano na tablicy XVIII.

Te doświadczenia dały pozornie inny wynik, niż w latach poprzednich, a to dlatego, że pod wpływem orki w zbyt silnie przewietrzonym torfie następowało zmniejszenie się tworzenia azotanów. Natomiast na poletkach zwałowanych proces ten przybiegał szybciej, niż na poletkach nieoranych. Stan ten trwał przez cały sierpień. We wrześniu stosunki się zmieniły, kiedy pod wpływem deszczów na poletkach tylko oranych gleba się nieco zległa i aeracja torfu zmalała, energja tworzenia się azotanów wzrosła, przewyższając przyrostami nietylko poletka nieorane ale i poletka orane i wałowane. Na tych ostatnich szybkość tworzenia się azotanów spadła do poziomu szybkości na poletkach nieoranych.

Te obserwacje stwierdzają, że wszelkie uprawki na torfie należy wykonywać możliwie bezpośrednio przed siewem, by rośliny mogły pobrać azotany w jaknajwiększym stopniu, nim deszcze je wyługują. Tem właśnie możemy wyjaśnić sobie zjawisko, że plony jarych roślin często są lepsze na orce wiosennej niż na jesiennej, jak to jest widoczne z przytoczonych doświadczeń, o ile oczywiście pole nie jest zachwaszczone.

W tych doświadczeniach w latach 1932 i 1933, kiedy jeszcze zachwaszczenie na dziale XXXVI było niewielkie, wiosenna orka dawała lepsze wyniki. W roku 1934 wiosenna orka wpłynęła ujemnie na plon ziarna owsa, z powodu silnego zachwaszczenia, które w tym wypadku wywarło większą zniżkę, niż lepsze warunki azotowe — zwyżkę. Na ziemniakach wynik był odmienny, gdyż chwasty zostały przy pielęgnacji wyniszczone, a zwiększona ilość azotanów na samej wiosennej orce

TABLICA XVIII.

Przyrosty *N* azotanów w mg litr torfu i dobę w roku 1934
Nitratenstickstoffzuwachs in mg/l und pro Tag in Jahre 1934.

L. p.	Rodzaj uprawy	od *(vom)* 9.VIII do (bis) 13.VIII	od *(vom)* 28.VIII do (bis) 31.VIII	od *(vom)* 13.IX do (bis) 18.IX	od *(vom)* 8.X do (bis) 22.X
1	orane *Gepflügt* dnia 7.VIII	0,265 ± 0·035	0,897 ± 0·323	1,652 ± 0·498	2,152 ± 0·498
2	orane i wałowane 10.VIII	0,545 ± 0·085	1,147 ± 0·363	1,090 ± 0·364	0,154 ± 0·019
3	nieorane *Nicht gepflügt*	0,445 ± 0·098	0,593 ± 0·130	0,520 ± 0·118	0,035 ± 0·003
	różnica między				
	Differenz 1 i 3 —	0,180 ± 0·104	0,304±0·348	1,132 ± 0·511	2,117 ± 0·498
	2 i 3 —	— 0,100 ± 0·103	0,554 ± 0·385	0,570 ± 0·402	0,119 ± 0·019

TABLICA XIX.

Plony z doświadczeń z orką jesienną i wiosenną. Dział XXXVI.

XXX Orka *Pflügen*	Owies rok 1932		Owies rok 1933		Owies rok 1934		Ziemniaki 1934 *Kartoffeln*
	ziarna *Korn*	słomy *Stroh*	ziarna *Korn*	słomy *Stroh*	ziarna *Korn*	słomy *Stroh*	kłębów *Knolh*
jesienna *in Herbst*	11,32 ± 0,52	43,9 ± 1,56	27,5 ± 1,2	59,8 ± 5,0	29,0 ± 0,4	46,8 ± 1,8	177 ± 4,8
wiosenna *in Frühling*	14,9 ± 1,18	39,1 ± 2,15	31,8 ± 1,2	51,3 ± 2,5	25,6 ± 1,4	38,0 ± 1,8	181 ± 4,2
jesienna i wiosenna *in Herbst und in Frühling*	14,4 ± 0,58	39,9 ± 2,25	32,1 ± 1,1	56,3 ± 3,2	28,2 ± 0,4	42,0 ± 1,8	166 ± 4,2

wyzyskana. Natomiast orka jesienna i wiosenna nie dała dobrego rezultatu, prawdopodobnie wskutek zbytniego rozproszkowania roli przez częste uprawki, zmniejszyliśmy zdolność mineralizacji azotu. Te obserwacje są również dowodem, że przez częstsze stosowanie obróbek, powodujemy szybszy rozkład organicznych części azotowych (proteinowych), łatwo się mineralizujących i tym szybciej zużywamy rentę azotową, nie mogąc jej w należyty sposób wyzyskać.

7. Wnioski.

Na podstawie trzechletnich obserwacji nad tworzeniem się azotanów w naturalnych warunkach, (na torfowisku Czemerne typu magnocaricetum) dochodzimy do następujących wniosków:

1. Przebieg tworzenia się azotanów w ciągu roku jest bardzo zmienny i zależny od szeregu czynników zewnętrznych. Naogół linja obrazująca ten przebieg jest falista (rys. 1 i 2), przyczem intensywność tego procesu wzmaga się i opada w ciągu okresu wegetacji. W latach 1933 i 1934 stwierdzono dwa szczyty, jeden w maju drugi w sierpniu (1932) względnie wrześniu (1933) a między niemi silny spadek.

2. Ponieważ pierwszy okres zwiększonej energji tworzenia się azotanów trwał krótko, a następująca po nim depresja, silna, ilości azotanów nie były wystarczające do wyprodukowania wysokiego plonu siana i dlatego w latach tych nawożenie azotowe dało na torfach pod łąki rezultat dobry w pierwszym pokosie.

Tą samą przyczyną możemy sobie wyjaśnić stwierdzone w latach 1933 i 1934 przez p. St. Mataszewskiego zmniejszenie się wydajności pastwiska (w jednostkach pokarmowych), w okresach następujących bezpośrednio po depresji wytwórczości azotanów w glebie. Zwierzęta bowiem wtedy korzystały z paszy wyprodukowanej w okresie słabszej nitryfikacji (rys. 1 i 2).

3. Początek wyraźnego tworzenia się azotanów w glebie torfowej jest wcześniejszy na roli niż na łące o 2—3 tygodnie. Opóźnienie tych procesów na łące jest przyczyną spóźnionego

„ruszania się” trawy, które zaczynają się zielenić o 3—4-ry tygodnie później niż na łące mineralnej, podczas gdy ruszenie żyta na torfie jest zaledwie o kilka dni późniejsze niż na glebie mineralnej. Przyczyn różnego zachowania się żyta i traw łąkowych należy szukać nie w różnej reakcji tych roślin na niesprzyjający mikroklimat torfowiska (na świeżo założonych łąkach ruszają trawy znacznie wcześniej), ale w różnicy warunków nitryfikacji, jakie zachodzą między polem i łąką, oraz ilością przechowanych zapasów azotu mineralnego przez zimę. Na polu ilość pozostałych azotanów po jesieni jest zazwyczaj dosyć duża, na łące prawie żadna, a nitryfikacja bardzo słaba. To są główne przyczyny późnego zielenienia się łąk na torfie, w czasie wiosny.

Nawożenie łąki wczesną wiosną nawozem azotowym, rozpuszczonym w wodzie, powoduje bardzo szybkie zazielenienie się trawy i przyśpieszenie jej rozwoju w tym okresie. Ten zabieg może nieraz być z korzyścią stosowany na tych kwaterach pastwiska, które mamy zamiar spaść w pierwszej kolejce.

4. Tworzenie się azotanów trwa do pierwszego zamarznięcia torfu.

5. Szybkość tworzenia się azotanów jest bardzo zależna od stopnia nasycenia torfu wodą, względnie od ilości powietrza w torfie. Przy 9% powietrza w glebie torfowej, tworzenie się azotanów jest bardzo słabe.

6. Uprawki na torfie przewietrzając glebę, powodują zwiększenie się procesów tworzenia azotanów, o ile nie przesuszą zbytnio torfu. W przeciwnym razie mogą nawet zmniejszyć chwilowo ich intensywność. Naprzykład orka w okresie suszy, jeśli nie zwałowana, wstrzymuje czasowo nitryfikację, potem jednak potęguje. Uprawki, prowadzące do zwiększonej mineralizacji azotu organicznego nie powinny być zbyt wcześnie wykonane przed siewem, gdyż rozpuszczalne związki azotowe mogą być wyługowane przez wodę nim rośliny zaczną z nich korzystać.

Literatura.

1. Bac S. i Świętochowski. B. Badania wpływu stosunków wodnych w torfowisku na niektóre zjawiska biochemiczne i plonowanie. Rocz. Nauk Rol. i Leś. Tom XXXII r. 1934.

2. Dhar, Bhattacharyn i Bisuras. Soil Sc. 35,281—84 (1933).

3. De Rossi G. Ag. Agric. Intern. 1933.

4. Ghepal, Rahl i Dhar. Photosynsitezed oxidatic of ammonium and amonium salts the problem of nitrification in soils. Soil Sci. 379—384. 1931.

5. Kivinen Erkki. Über die organische Zusammensetzung der Torfarten und einiger Torfkonstituenten. Maataalouskoalaitoksen Maatutkimusossto Agrogeologisia Jukaisuja Nr. 36. r. 1934.

6. Mataszewski St. Sprawozdanie z Zakładu Doświadczalnego Uprawy Torfowisk pod Sarnami. Rok 1933 i 1934.

7. Musierowicz A., Nowotny F. i Jaworski R. Materjały do poznania dynamiki gleb polskich. Uprawa Roślin i Nawożenie. Rok VII. zesz. II 1935 r.

8. Reincke R. Untersuchungen über die Mineralisation des Humusstickstoffs unter wachsenden Wiesenbeständen auf Niederungsmoorboden. Zentralblat. Bakt. Abt. II. 81.

9. Reincke R. Die Messung der Mineralisation des Humusstickstoffs im Niederungsmoorboden unter der Wiesennarbe. (Zentr. nlt. Bakt. Abt. 2. 85, 248—359).

10. Świętochowski B. Skład chemiczny kwasota i zdolności regulujące niektórych ważniejszych typów torfów, występującyh na Polesiu. Inżynierja rolna. 1932 r.

11. Świętochowski B. Tworzenie się azotanów na dzikim i zagospodarowanem torfowisku. Rocz. Nauk Rol. i Leś. T. XXXIII. 1934.

12. Świętochowski B. Wpływ gospodarki polowej i łąkowej na niektóre fizykalne i biochemiczne własności torfu i jego żyzność. Rocznik Łąkowy i Torfowy. T. I, r. 1935.

13. Świętochowski B. Wykorzystanie azotu przy racjonalnem zagospodarowaniu torfowisk. Łąka i Torfowisko Nr. 1. r. 1934.

14. Tołpa S. Torfowiska okolicy Sarn. Prace B. Melj. Polesia T. II. 1933 r.

15. Żółciński I. Światło słoneczne i nitryfikacja chemiczna. Rocz. Nauk Rol. i Leśn. T. X r. 1932.

Bolesław Świętochowski i Bogusław Krygiel

Beiträge zur Kenntnis der Nitrifizirungsdynamik in Moorböden

Aus der Versuchsanstalt für Moorkultur bei Sarny.

Auf Grund dreijähriger Beobachtungen über Nitratenbildung in natürellen Verhältnissen auf dem Magnocarycetum Moore Czemerne, kommen die Verfassern zu folgenden Schlüssen:

1) Der Verlauf der Nitratenbildung wechselt sehr im Verlauf des Jahres und ist von einer Reihe von äuseren Umständen abhängig. Allgemein genommen lässt er sich durch eine wellige Krumme darstellen (Abb. 1 und 2.), wobei die Intensivität dieses Vorganges während der Wegetationsperiode zu - und abnehmen kann. In den Jahren 1933 u. 1934 hat man zwei Höhstpunkte festgestellt, von denen einen in Mai, den zweiten in August (1933) bz. in September (1934), zwischen welchen eine tiefe Einsenkung lag.

2. Da die erste Periode des vermehrten Nitratenbildungsvermögens kurz dauerte, und ihr eine Abnahme der Nitrate folgte, reichte die Nitratenmenge nicht für die Bildung einer hohen Heuernte, und deswegen zeigte die Stickstoffdüngung auf Moorwiesen in diesen Jahren eine gute Wirkung.

Durch denselben Grund kann man die von St. Mataszewski in den Jahren 1933 u. 1934 festgestellte Verminderung der Ergiebigkeit der Weiden (in Nahrungeinheiten) in der der Nitratenbildungsverminderung unmittelbar folgenden Zeitperiode erklären. Die Tiere nützten eben in dieser Zeit die Futtervorräte, die zur Zeit der verminderten Nitratenbildung ausgewaschen waren (Ab. 1 u. 2) aus.

3. Der Nitratenbildung in Moorböden beginnt auf dem Acker 2—3 Wochen früher, als auf der Wiese. Eine Verspätung dieser Prozesse ist Ursache einer Verspätung des „Treibens" der Gräser, die auf der Morrwiese 3—4 Wochen später als auf Mineralwiesen zu treiben beginnen.

Der Treibensbeginn des Roggens auf dem Moorboden ist dagegen kaum um einige Tage gegen dem auf Mineralboden verspätet. Der Unterschied des Verhaltens des Roggens einerseits und der Gräser anderseits darf nicht einen Reaktionsunterschiede zwischen beiden Pflanzengruppen gegen ungünstige mikroklimatische Zustände der Moore, sondern den Unterschieden der Feld- u. Wiesenbedingungen sowie den Mengen des durch den Winter aufbewahrten Mineralstickstoffes zugeschrieben werden; auf frisch angelegten Moorwiesen beginnen nähmlich die Gräser viel früher zu treiben. Auf dem Acker ist die Menge der seit Herbst überbliebenen Nitrate ziemlich gross, auf der Wiese ist sie unbedeutend und die Nitriefizie-

rung sehr schwach. Hier liegen die Hauptgründe des späten Grünens der Moorwiesen.

Stickstoffdüngung mit leicht lössbarem Stickstoff im Frühling bewirkt ein rasches Grünen der Gräser u. eine Beschleunigung ihrer Entwickelung in dieser Jahreszeit. Diese Massnahme kann oft auf den Weidekoppeln, die wir in erster Zeitreihe zu beweiden beabsichtigen, mit Erfolg angewendet werden.

4. Die Nitratenbildung dauert bis zur Einfrierung des Moores.

5. Die Geschwindigkeit der Nitratenbildung ist in hohem Grade von der Sättigung des Torfes mit Wasser, bezw. von dem Luftgehalte des Torfes abhängig. Bei 9% Luftgehalt im Torfboden ist die Nitratenbildung sehr schwach.

6. Mechanische Bearbeitungsmassnahmen, soweit sie keine zu starke Abtrocknung verursachen, beschleunigt die Nitratensbildungsprozesse. Bei starker Abtrocknung können sie sogar eine vorübergehende hemmende Wirkung ausüben. So z. B. hemmt ein Umbruch in einer Dürrenperiode durchgeführt wenn nicht gwalzt, zeitweise das Nitrifizieren, verstärkt es aber später. Mechanische Bearbeitungsmassnahmen, die zu einer verstärkten Mineralisation des organischen Stickstoffs führen dürfen nicht zu früh vor der Saat durchgeführt werden, denn die solutle Stickstoffverbindungen können vom Wasser ausgelaugt werden, bevor die Pflanzen von ihnen Nutzen ziehen können.

Dezydery Szymkiewicz i Bolesław Świętochowski

Doświadczenia nad żyznością torfów

(Wpłynęło w grudniu 1935 r.).

Badania, które będą przedstawione w tej pracy, należą do zakresu działania Grupy ekologicznej Biura Projektu Meljoracji Polesia. Zadaniem ich jest stworzenie podstaw do oceny żyzności torfów poleskich, które mają być zmeljorowane. Częściowo wyniki tych badań już były ogłoszone w r. 1933[1]). Obecnie ogłaszamy wyniki w całości za lata 1931-33. Są one fragmentaryczne z powodu przerwania badań skutkiem cofnięcia kredytów. Osiągnęliśmy jednak wyniki, które mają wartość conajmniej metodyczną.

Zagadnienie polega przedewszystkiem na opracowaniu najprostszej metody do oceny żyzności torfów, które nie są jeszcze zmeljorowane i które przeto nie mogą być poddane zwykłym badaniom przy pomocy kultur polowych. Dwie są ku temu główne drogi: analiza chemiczna i kultury wazonowe. Najprostszą jest oczywiście analiza chemiczna. Jednakże znaną jest powszechnie rzeczą, że zawodzi ona nawet dla gleb mineralnych, przy których zagadnienie jest stosunkowo proste. Z torfami sprawa jest o wiele trudniejsza, gdyż w nich substancje pożywne, poza potasem, są w stanie złożonych związków organicznych, bezpośrednio dla roślin niedostępnych. Dopiero rozkład torfu stopniowo udostępnia je. Badania M i t s c h e r l i c h a wykazały, że kultury wazonowe z glebami mineralnemi dają wyniki naogół zgodne z doświadczeniami

[1]) Patrz naszą pracę p. t. „Oznaczanie potrzeb nawozowych torfów poleskich metodą wazonową". — Postęp prac przy meljoracji Polesia (Sprawozdanie za lata 1931-32). Brześć nad Bugiem.

polowemi. Odnośnie do torfów wartość metody wazonowej nie jest jeszcze należycie wyświetlona.

Dla rozwiązania zagadnienia trzeba porównać ze sobą wyniki analizy chemicznej, kultur wazonowych i doświadczeń polowych. Te ostatnie stanowią oczywiście podstawę do oceny wartości wyników. To też od nich zaczniemy.

Porównanie z doświadczeniami polowemi udało się nam przeprowadzić, niestety, tylko w dwóch przypadkach. We wszystkich innych, doświadczenia polowe były popsute. A mianowicie przeprowadziliśmy porównanie z kulturami polowemi na Czemernem na terenie Zakładu doświadczalnego uprawy torfowisk pod Sarnami i w Andruże, posiadłości p. C h a m c a, Dyrektora wspomnianego Zakładu.

Doświadczenia polowe na Czemernem były przeprowadzone na dziale XXXVII, w latach 1931 i 1933, w Andruże w r. 1933, naturalnie na zmeljorowanym terenie. Wykonane jednocześnie kultury wazonowe były przeprowadzone metodą M i t s c h e r l i c h a w domku wegetacyjnym, zbudowanym specjalnie w tym celu na torfowisku Czemerne. Chodziło nam o to, by zapewnić wegetacji warunki jaknajbardziej zbliżone do polowych. Wobec tego, że uruchamianie zasobów pokarmowych w torfach idzie równolegle z rozkładem, a rozkład odbywa się różnie w różnych warunkach, kwestja ta ma zasadnicze znaczenie. Dla zapewnienia warunków możliwie bliskich naturalnym wazony były zagłębione w torfie, a mianowicie umieszczone w blaszanych wiaderkach niewiele od nich szerszych, zakopanych w torfie pod siatką przy domku wegetacyjnym. Zwilgocenie było utrzymywane około 70% maksymalnej pojemności wodnej. Jako roślinę doświadczalną wzięliśmy trawę: rajgras francuski (Arrhenatherum elatius) albo rajgras holenderski (Lolium italicum var. annuum).

Nawożenie było użyte zgodnie ze wskazaniami M i t s c h e r l i c h a bardzo duże, tak duże, że przewyższało ono znacznie granicę, poza którą dalszy dodatek nie powoduje zwiększenia plonu. Absolutna wielkość dawek wynosiła w podwójnych centnarach na hektar:

$$K_2O — 4.8, \; N — 3.5, \; P_2O_5 — 3.2.$$

Ponieważ wazony miały średnicę 25 cm, wypadło to na wazon 2.353 g K_2O w formie siarczanu potasu, 1.715 g N w formie azotanu amonu i 1.570 g P_2O_5 w formie dwuzasadowego fosforanu wapnia. Odnośnie do azotu podane powyżej wymaganie nie było całkowicie spełnione, gdyż jest to, jak wiadomo, niemożliwe.

Wyniki są zestawione w tabelach I—VI. W tych tabelach podana jest sucha masa roślin w g dla wazonów, w kg dla poletek, których powierzchnia była 50 m². Poza zwykłemi obliczeniami średnich, różnic tych średnich i ich średnich błędów, obliczyliśmy także prawdopodobieństwo przypadkowości różnic według metody Fishera[2]). A mianowicie postępowaliśmy w taki sposób. Przypuśćmy, że jedna średnia była wyprowadzona z $n_1 + 1$ danych, druga z $n_2 + 1$ danych. Średni błąd różnicy oblicza się wtedy ze wzoru:

$$m = \sqrt{\frac{\dfrac{S(x_1 - [x_1])^2 + S(x_2 - [x_2])^2}{(n_1+1)(n_2+1)(n_1+n_2)}}{n_1 + n_2 + 2}}$$

W tym wzorze x_1 są poszczególne wartości pierwszej średniej, którą oznaczamy przez $[x_1]$. $S(x_1 - [x_1]H)^2$ jest sumą kwadratów odchyleń tych wartości od średniej. Te same oznaczenia z indeksem 2 stosują się do drugiej średniej. Jeżeli obie średnie były wyprowadzone z równych ilości danych, jeżeli zatem $n_1 = n_2 = n$, to wzór ulega uproszczeniu:

$$m = \sqrt{\frac{S(x_1 - [x_1]^2) + S(x_2 - [x_2])^2}{n(n+1)}}$$

Oblicza się następnie stosunek różnicy średnich do jej średniego błędu:

$$t = \frac{[x_1] - [x_2]}{m}$$

---

[2]) F i s h e r R. A. Statistical methods for research workers. — Edinbergh and London (1928).

Wreszcie według wartości t i $n_1 + n_2$ znajdujemy w tabeli Fishera wartości prawdopodobieństwa P, że dana różnica jest przypadkowa. Różnice, dla których prawdopodobieństwo przypadkowości wypadło powyżej 5%, uważamy za nieistotne.

Na ostatku jeszcze jedna uwaga: różnice średnich podajemy nietylko w wartościach bezwzględnych, ale także w procentach maksymalnego plonu.

TABELA I.

1931. Czemerne. Torf niski — *Tourbe basse*.

Nawożenie *Engrais*	Pole — *Champs*		Wazony — *Pots*	
K N P	55,1 50,3 58,4 45,6	52,35 ± 2,78	48,56 46,46 48,57 46,94	47,63 ± 0,55
O	34,0 19,8 20,2 17,9	22,99 ± 3,71	11,34 10,88 11,53 11,06	11,20 ± 0,14
K N	47,8 47 6 46,0 47,2	47,15 ± 0,40	46,19 48,60 46,26 50,26	47,83 ± 0,99
K P	50,6 45,7 46,5 44,1	46,72 ± 1,38	11,53 11,60 14,40 11,38	12,23 ± 0,73
N P	29,9 19,0 22,2 24,7	23,95 ± 2,30	48,79 41,75 43,60 42,77	44,23 ± 1,57

Z tabeli I — VI wypływa, że odnośnie do fosforu zgodność między kulturą polową a wazonową jest dobra, natomiast odnośnie do azotu i potasu jest niepewna. Dlatego też w dalszym ciągu naszych badań zwróciliśmy główną uwagę na fosfór.

TABELA II.

1931. Czemerne. Torf niski — *Tourbe basse*

Różnica — *Différence*	Pole — *Champs*				Wazony — *Pots*			
	kg	%	*t*	*P*	*g*	%	*t*	*P*
KNP — KN	5,20 ± 2,81	9,93 ± 5,37	1,85	12	— 0,20 ± 1,13	— 0,42 ± 2,37	0,177	87
KNP — KP	5,63 ± 3,11	10,75 ± 5,94	1,81	13	35,40 ± 0.91	74,32 ± 1,91	38,9	< 1
KNP — NP	28,40 ± 3,61	54,25 ± 6,90	7,87	< 1	3,60 ± 1,66	7,04 ± 3.49	2,17	8

TABELA IV.

1933. Czemerne. Torf niski — *Tourbe basse*

Różnica — *Différence*	Pole — *Champs*				Wazony — *Pots*			
	kg	%	*t*	*P*	*g*	%	*t*	*P*
KNP — KN	0.96 ± 2.42	3,70 ± 9,35	0.396	70	5,65 ± 5.18	11,05 ± 10,13	1,09	32
KNP — KP	4,16 ± 1,20	16.05 ± 4.63	3,47	1	4,02 ± 5,60	7,86 ± 10,95	0.718	50
KNP — NP	10,98 ± 4,50	42,36 ± 17,36	2,44	5	18,12 ± 4,58	35,45 ± 7,74	3.96	< 1

TABELA VI

1933. Andruha.

Różnica — *Différence*	Pole — *Champs*				Wazony — *Pots*			
	kg	%	*t*	*P*	*g*	%	*t*	*P*
KNP — KN	53,57 ± 7,64	47.06 ± 6,72	7,01	< 1	5,32 ± 1,56	26,02 ± 7,91	2,94	3
KNP — KP	33,37 ± 4,65	39,33 ± 4,09	7.17	< 1	7,72 ± 1,00	39,15 ± 5.19	7,72	< 1
KNP — NP	56,47 ± 3,16	49,64 ± 2,78	17,8	< 1	3,77 ± 1,60	19,11 ± 8,11	2,36	6

TABELA III.

1933. Czemerne. Torf niski — *Tourbe basse*

Nawożenie *Engrais*	Pole — *Champs*		Wazony — *Pots*	
K N P	28,9 26,5 27,3 24,2 22,7	25,92 ± 1,11	45,5 53,4 62,2 43,4	51,12 ± 4,27
O	17,4 11,4 11,6 17,6 13,6	14,32 ± 1,35	42,6 24,8 34,3 27,6	32,32 ± 3,96
K N	26,2 29,5 25,5 25,6 17,9	24,96 ± 1,91	39,1 52,5 42,7 47,6	45,47 ± 2,92
K P	21,4 22,7 21,0 23,0 20,7	21,76 ± 0,46	47,6 37,2 54,5 49,1	47,10 ± 3,62
N P	16,1 15,1 11,5 15,5 16,5	14,94 ± 0,91	32,6 33,2 29,1 37,1	33,00 ± 1,64

Przechodzimy do szczegółowego omówienia kultur wazonowych. W roku 1931 były wzięte oprócz torfu niskiego z Czemernego, o którem była mowa powyżej, jeszcze cały szereg torfów według wskazówek prof. K u l c z y ń s k i e g o, tak żeby były uwzględnione główne wyróżnione przez niego typy: torfy niskie (madowy, śródwydmowy i wołyński), torf wysoki, torf przejściowy oraz glebę mułowo-błotną z okolic Pińska. Ta ostatnia nie jest torfem, jednak ma pewne podobieństwo do torfu. Wspomniane torfy były zebrane, przy współudziale dr. T o ł p y.

W drugim roku kultur — 1932 pozostawiliśmy torf i rośliny w wazonach na rok następny, dodając do tych kultur starych nową z torfem z Andruhy. W roku 1933 wzięto wszy-

TABELA V.
1933. Andruha.

Nawożenie *Engrais*	Pole. *Champs.*	Świeża masa *Poids frais kg*	Wazony — *Pots* Masa sucha — *Poids sec g*	
KNP	114,8 109,7 112,8 117,8	113,77 ± 1,66	20,6 21,0 17,4 19,9	19,72 ± 0,81
O	37,5 18,2 32,1 34,3	30,52 ± 3,78	11,7 10,5 12,2 10,7	11,27 ± 1,28
KN	51,1 46,5 80,7 62,5	60,20 ± 7,56	14,9 10,5 16,4 15.8	14,40 ± 1,34
KP	82,5 74,6 91,9 72.6	80,40 ± 4,39	11,1 12,1 12,9 11,9	12,00 ± 0,37
NP	58,4 59,4 62,2 49,2	57,30 ± 2,67	19,6 16,1 15,1 13,0	15,95 ± 1,38

stkie torfy nowe z innych miejscowości, nie licząc powtórnych kultur z torfem niskim z Czemernego i z Andruhy, o których już była mowa poprzednio (tabela I — VI). Były to wszystko torfy niskie, z wyjątkiem czterech: przejściowego z Czemernego i wysokich z okolicy Sarn, z Temry pow. Kobryńskiego i z Karaski pow. Ostrołęckiego. Co do Temry, wzięto dwie próbki torfu: z powierzchni do głębokości do 20 cm (Temra I) i z warstwy 20—40 cm (Temra II). Wyniki są zestawione w tabelach VII — XXV.

Wzięte zostały w ten sposób nietylko torfy poleskie, ale i inne, a to dla lepszego sprawdzenia metody kultur wazonowych.

Torfy wysokie z powodu silnej kwasowości albo nie dały żadnych plonów (jak torf z okolicy Sarn) albo tak małe, że wyniki nie mogą być miarodajne. Dlatego też nie podajemy dla nich obliczeń reakcji na działanie nawozów.

TABELA VII.

Nawożenie *Engrais*	1932. Czemerne. Torf niski *Tourbe basse*		1932. Andruba	
K N P	22,18 26,52 28,55 23,74	25,25 ± 1,42	36,86 43,81 43,17 41,26	41,27 ± 1,57
O	6,27 6,59 6,36 6,99	6,55 ± 0,17	17,37 18,38 17,45 19,75	18,24 ± 0,55
K N	25,05 27,21 22,76 27,11	25,53 ± 1,10	24,17 24,76 24,74 26,58	25,06 ± 0,52
K P	7,77 8,88 7,19 8,00	7,96 ± 0,35	25,24 25,37 22,96 23,17	24,18 ± 0,65
N P	23,70 23,76 21,72 24,70	23,47 ± 0,63	30,93 35,91 37,48 36,25	35,14 ± 1,44

Przystępując teraz do omówienia ogółu wyników, musimy najpierw zająć się dwuletniemi doświadczeniami z lat 1931-32, w których ten sam torf i te same rośliny były zostawione na drugi rok, w których dodano tylko powtórnie te same dawki soli. Torf w tym czasie uległ dosyć silnemu rozkładowi. W reagowaniu na fosfór zaznaczyły się poważne różnice u niektórych torfów. A więc torf śródwydmowy z Hornik, który nie re-

TABELA VIII.

Różnica — *Différence*	1932. Czemerne. Torf niski — *Tourbe basse*				1932. Andruha.			
	g	%	*t*	*P*	*g*	%	*t*	*P*
KNP — KN	— 0,28 ± 1,77	— 1,11 ± 7,00	0,155	88	16,21 ± 1,65	39,28 ± 4,00	9,80	< 1
KNP — KP	17,29 ± 1,46	68,48 ± 5,78	11,81	< 1	17,09 ± 1,70	41,41 ± 4,12	10,01	< 1
KNP — NP	1,72 ± 1,55	6,81 ± 6,14	1,11	31	6,13 ± 2,13	14,85 ± 8,46	2,88	3

TABELA X.
Mokrany, pow. Brzeskiego. Torf niski madowy.

Różnica — *Différence*	1931				1932			
	g	%	*t*	*P*	*g*	%	*t*	*P*
KNP — KN	20,90 ± 3,13	44,10 ± 6,60	6,69	< 1	17,55 ± 2,48	36,78 ± 5,20	7,06	< 1
KNP — KP	33,01 ± 1,57	69,66 ± 3,31	21,00	< 1	13,50 ± 2,79	28,29 ± 5,85	4,84	< 1
KNP — NP	10,86 ± 2,22	22,92 ± 4,68	4,88	< 1	14,44 ± 2,44	30,27 ± 5,11	5,93	< 1

TABELA XII.
Horniki, Torf śródwydmowy.

Różnica — *Différence*	1931				1932			
	g	%	*t*	*P*	*g*	%	*t*	*P*
KNP — KN	1,64 ± 0,92	6,88 ± 3,86	1,78	13	6,15 ± 2,23	18,45 ± 6,69	2,76	4
KNP — KP	17,49 ± 1,04	73,36 ± 4,36	16,90	< 1	11,90 ± 1,73	35,70 ± 5,19	6,89	< 1
KNP — NP	7,16 ± 1,24	30,03 ± 5,20	5,79	< 1	6,23 ± 2,24	18,69 ± 6,72	2,78	4

agował na fosfór w pierwszym roku, wykazał reakcję w drugim. Podobnie było z torfem przejściowym z Czemernego i z glebą mułowo - błotną pińską. Natomiast torf wołyński zachował się odwrotnie: reagował on w pierwszym roku, nie reagował w drugim. Zestawiamy te wyniki w tabeli XXVI z zawartością fosforu w warstwie 20-centymetrowej w kg na ha.

TABELA IX.

Mokrany pow. Brzeskiego.
Torf niski madowy.

Nawożenie *Engrais*	1931		1932	
K N P	47,25 53,40 45,22 43,69	47,39 ± 2,13	43,53 54,37 46,04 46,93	47,72 ± 2,33
O	13,52 12,06 12,83 16,07	13,62 ± 0,87	19,00 22,24 20,71 18,13	20,02 ± 0,91
K N	21,91 27,33 24,24 32,48	26,49 ± 2,29	28,98 28,42 31,49 31,80	30,17 ± 0,86
KP	14,68 14,31 13,84 14,68	14,38 ± 0,20	35,90 34,82 35,57 30,58	34,22 ± 1,23
N P	37,94 35,90 35,19 37,08	36,53 ± 0,61	35,21 32,62 33,35 31,94	33,28 ± 0,70

TABELA XI.

Horniki. Torf śródwydmowy

Nawożenie *Engrais*	1931		1932	
K N P	26,27 22,15 23,34 23,60	23,84 ± 0,87	31,29 32,45 31,29 38,28	33,33 ± 1,67
O	3,74 4,58 4,70 4,65	4,42 ± 0,23	10,70 13,60 14,24 10,35	12,22 ± 0,99
K N	21,80 21,56 22,66 22,79	22,20 ± 0,31	28,96 (10,93) 27,01 25,32	27,18 ± 1,47
K P	(12,82) 6,37 6,60 6,09	6,35 ± 0,15	15,71 15,66 14,67 15,99	15,36 ± 0,44
N P	16,56 17,69 18,20 14,25	16,58 ± 0,88	28,96 (10,93) 27,01 25,32	27,10 ± 1,27

TABELA XIII.

Kołodzieżno, pow. Kowelski. Torf wołyński.

Nawożenie *Engrais*	1931		1932	
K N P	36,90 35,51 37,46 36,94	36,95 ± 0,53	34,93 39,63 33,55 39,68	36,95 ± 1,59
O	8,89 10,15 13,33 10,55	10,73 ± 0,94	21,08 19,42 16,78 13,31	17,65 ± 1,70

TABELA XIII. (ciąg dalszy).
Kołodzieżno. pow. Kowelski. Torf wołyński.

Nawożenie *Engrais*	1931		1932	
K N	12,51 17,41 15,63 13,95	14,87 ± 1,06	24,70 30,08 39,19 26,30	30,07 ± 3,24
K P	10,85 10,20 11,04 9,27	10,34 ± 0,40	48,02 28,38 28,48 32,87	29,91 ± 1,48
N P	31,27 28,43 28,65 25,32	28,42 ± 1,22	38,87 28,08 20,98 31,35	29,82 ± 3,71

TABELA XV.
Czemerne. Torf przejściowy. — *Tourbe intermédiaire.*

Nawożenie *Engrais*	1931		1932	
K N P	56,36 57,76 50,33 52,14	54,15 ± 1,75	21,81 28,92 30,34 23,11	26,04 ± 2,11
O	25,46 31,63 28,96 29,00	28,76 ± 1,27	19,19 16,51 15,52 18,33	17,39 ± 0,26
K N	57,75 59,40 52,56 61,26	57,74 ± 1,87	29,66 35,45 37,48 28,10	32,67 ± 2,06
K P	33,69 28,79 33,13 31,07	31,67 ± 1.24	20.26 16,18 19,70 17,76	18,63 ± 0,81
N P	40.22 42,55 40,22 39,03	40.50 ± 0,74	22,85 22,72 22,64 21,83	22,51 ± 0,23

TABELA XIV.

Kołodzieżno, pow. Kowelski, Torf wołyński.

Różnica — *Différence*	1931				1932			
	g	%	*t*	*P*	*g*	%	*t*	*P*
KNP — KN	22,08 ± 1,18	59,76 ± 3,19	18,7	< 1	6,88 ± 3,61	18,62 ± 9,77	1,91	11
KNP — KP	26,61 ± 0,66	72,08 ± 1,79	40,3	< 1	7,04 ± 2,25	19,05 ± 6,09	3,13	2
KNP — NP	8,53 ± 1,33	25,01 ± 3,60	6,42	< 1	7,13 ± 4,04	19,30 ± 10,93	1,77	13

TABELA XVI.

Czemerne. Torf przejściowy — *Tourbe intermédiaire.*

Różnica — *Différence*	1931				1932			
	g	%	*t*	*P*	*g*	%	*t*	*P*
KNP — KN	— 3,59 ± 2,56	— 6,63 ± 4,73	1,40	21	— 6,63 ± 2,69	— 25,46 ± 10,33	2,46	5
KNP — KP	12,48 ± 2,07	41,51 ± 3,82	6,03	< 1	7,41 ± 2,26	28,46 ± 8,68	3,27	2
KNP — NP	25,21 ± 3,49	25,21 ± 3,49	7,20	< 1	3,53 ± 2,13	13,56 ± 8,18	1,66	16

TABELA XVII.

Gleba mułowo-błotna pińska — *Alluvions de Pińsk.*

Nawożenie *Engrais*	1931		1932	
K N P	(88,75) 55,02 47,22 46,97	49,74 ± 1,87	58,33 63,37 51,27 54,15	56,78 ± 2,63
O	25,10 22,74 22,64 23,07	23,39 ± 0,58	33,22 33,77 31,49 30,31	32,20 ± 0,79
K N	47,32 44,50 43,16 46,11	45,27 ± 0,93	34,98 30,43 37,84 36,39	34,91 ± 1,60
K P	26,00 21,89 24,19 23,12	23,80 ± 0,87	43,53 31,20 33,48 34,11	35,58 ± 2,74
N P	44,68 48,68 40,71 45,84	44,98 ± 1,65	53,84 52,67 40,98 50,22	49,43 ± 2,66

TABELA XVIII.

Gleba mułowo-błotna pińska — Alluvions de Pińsk,

Różnica — *Différence*	1931				1932			
	g	%	*t*	*P*	*g*	%	*t*	*P*
KNP — KN	4,47 ± 2,46	8,99 ± 4,97	1,82	14	21,87 ± 3,08	38,52 ± 5,42	7,10	< 1
KNP — KP	25,94 ± 2,44	52,15 ± 4,91	10,60	< 1	21,20 ± 3,80	37,34 ± 6,69	5,58	< 1
KNP — NP	4,76 ± 2,95	9,57 ± 5,93	1,61	18	7,35 ± 3,93	12,94 ± 6,92	1,87	11

TABELA XX.

Różnica — *Différence*	Torf olszynowy — *Tourbe à aulnes*				Ochoża 1933 torf niski			
	g	%	*t*	*P*	*g*	%	*t*	*P*
KNP — KN	30,25 ± 3,17	69,78 ± 7,31	9,53	< 1	4,18 ± 1,48	18,13 ± 6,42	2,84	4
KNP — KP	5,12 ± 3,80	11,81 ± 8,77	1,35	24	11,13 ± 0,98	48,29 ± 4,25	11,1	< 1
KNP — NP	— 9,32 ± 6,22	—21,50 ± 14,35	1,50	19	5,18 ± 1,00	22,47 ± 4,34	5,18	< 1

TABELA XIX.

Nawożenie *Engrais*	Torf olszynowy z pod Brześcia 1933 *Tourbe à aulnes des environs de Bresć* 1933		Ochoża, torf niski pow. Siedlecki 1933	
K N P	36,3 39,8 48,9 48,4	43,35 ± 3,14	22,2 21,2 24,9 23,9	23,05 ± 0,83
O	7,4 9,0 8,6 7,7	8,17 ± 0,37	12,0 12,9 10,9 12,3	12,02 ± 0,42
K N	13,3 12,7 12,2 14,2	13,10 ± 0,43	18,6 16,2 22,1 18,6	18,87 ± 1,21
K P	(19,5) 34,9 42,1 37,7	38,23 ± 2,10	11,0 11,9 13,4 11,4	11,92 ± 0,53
N P	39,2 56,1 56,8 58,6	52,67 ± 4,47	17,7 17,7 16,7 19,4	17,87 ± 0,56

TABELA XXI.

Nawożenie *Engrais*	Torf wysoki Karaska 1933 pow. Ostrołęcki		Torf wołyński Kołodno 1933 pow. Kowelski	
K N P	6,9 6,8 9,0 5,7	7,10 ± 0,69	18,1 14,1 18,8 16,4	16,85 ± 1,06
O	0,7 0,8 0,8 0,6	0,72 ± 0,05	8,62 4,22 3,92 5,52	5,57 ± 1,07
K N	(12,8) 5,2 8,5 7,6	7,10 ± 0,98	4,7 4,5 4,3	4,50 ± 0,11

TABELA XXII.

Torf niski. — *Tourbe basse.*

Nawożenie *Engrais*	Nikitycze 1933 pow. Włodzimierski		Rudce 1933 pow. Sarny	
K N P	27,5 27,1 24,1 25,3	26,00 ± 0,79	13,7 12,9 13,5 9,2	12,32 ± 1,06
O	22,2 27,7 24,3 21,5	23,92 ± 1,39	9,0 9,3 8,1 7,4	8,45 ± 1,06
K N	27,5 28.6 28,1 25,5	27,30 ± 0,81	16.5 14,4 10,7 12,7	13,57 ± 1,23

TABELA XXIII.

Torf wysoki — *Tourbe haute.*

Nawożenie *Engrais*	T e m r a I		T e m r a II	
K N P	9,45 8,35 6,75 8,45	8,25 ± 0,56	7,9 7,5 6,5 6,9	7,20 ± 0,31
O	3,05	3.05	2,0	2.0
K N	4,4 5,0 4,1	4,50 ± 0,26	4,58 5,08 4,38 3,38	4,35 ± 0,36

TABELA XXIV.

Nawożenie *Engrais*	Torf niski Zahajkowski 1933 pow. Międzyrzecki	
K N P	46,2 48,2 37,1 43,3	43,70 ± 2,42
O	3,5 3,4 5,1 3,9	3,97 ± 0,39
K N	3,5 4,7 4,0 4,7	4,22 ± 0,09

TABELA XXV.

Różnica — *Différence*: KNP — KN.

1933	*g*	%	*t*	*P*
Kołodne	12,35 ± 1,24	73,29 ± 7,36	9,95	< 1
Nikitycze	— 1,30 ± 1,14	— 5,00 ± 4,39	1,14	30
Rudec	— 1,25 ± 1,62	— 10,14 ± 13,15	0,77	47
Zahajkowski	39,48 ± 2,44	90,34 ± 5,58	16,2	< 1

TABELA XXVI.

T o r f	P_2O_5	Reakcja na P_2O_5 *Réaction sur* P_2O_5	
		1931	1932
Kołodzieżno	497	+	0
Horniki	626	0	+
Czemerne przejściowy	642	0	+
Gleba mułowo-błotna pińska	2357	0	+

Widoczne jest, że nie chodzi tu o wyczerpywanie się zasobów fosforu, gdyż torf z Kołodieżna z najmniejszą ilością fosforu stracił reagowanie w drugim roku, a gleba mułowo-błotna pińska pomimo wielkiej zawartości tego składnika zaregowała na niego w drugim roku. Chodzi tu o jakieś złożone przeobrażenia zachodzące przy rozkładzie torfu. Jest to ważne dla metodyki naszych badań, gdyż nakazuje wielką ostrożność przy traktowaniu zagadnienia żyzności torfów.

A teraz przechodzimy do kwestji głównej: czy jest stała korelacja między zawartością fosforu w torfie a reagowaniem jego na nawozy fosforowe? Odpowiedź na to pytanie daje zestawienie w tabeli XXVII.. W niej torfy są ułożone w porządku wzrastającej zawartości fosforu w warstwie 20-centymetro-

TABELA XXVII.

Torf — *Tourbe*	Suchego torfu na wazon *Poids sec de tourbe par pot. kg*	P_2O_5 w % suchej masy *En % du poids sec*	P_2O_5 w kg na ha *En kg par ha*	Reakcja na fosfór % *Action des engrais phosphoriques*
Kołodno 1933	2,25	0,05	150	73,3 ± 7,4
Kołodieżno 1931	1,81	0,206	497	59,8 ± 3,2
Mokrany 1931	1,70	0,262	594	44,1 ± 6,6
Zahajkowski 1933	2,53	0,177	594	90,3 ± 5,6
Horniki 1931	1,30	0,361	626	0
Czemerne, przejściowy 1931	2,17	0,222	642	0
Rudec 1933	2,29	0,25	763	0
Olszynowy 1933	2,39	0,26	829	69,8 ± 7,3
Andruha 1933	3,58	0,30	1432	26,0 ± 7,9
Gleba mułowo - błotna pińska 1931	13,00	0,136	2357	0
Nikitycze 1933	2,66	0,68	2412	0
Czemerne, niski 1931	1,68	1,219	2731	0
Ochoża 1933	2,74	4,68	17100	18,1 ± 6,4

TABELA XXVIII.

Torf — *Tourbe*	*pH*	Popiół w % suchej masy *Substances minerales en % du poids sec*		K_2O		*N*		*CaO*	
		Całkowity *Total*	Rozpuszczalny w kwasie solnym *Soluble en HCl*	%	*kg/ha*	%	*kg/ha*	%	*kg/ha*
Kołodno	7,6	22,76	5,80	—	—	2,66	7980	—	—
Temra II	4,1	7,83	4,12	0,08	268	1,60	5355	0,63	2108
Temra I	4,0	8,67	3,06	0,05	181	2,16	7805	0,57	2060
Kołodieżno	6,9	18,27	9,08	0,124	299	3,00	7240	4,10	9895
Mokrany	6,8	14 81	9,46	0.150	340	3,42	7752	3.50	7933
Zahajkowski	5,7	8,70	3.15	—	—	2,15	7253	—	—
Horniki	5,5	12,70	5,60	0.14	243	2,14	3709	1,72	2981
Czemerne, przejściowy	4,2	15,45	3,01	0,22	637	1.54	4250	0,47	1297
Rudec	5.5	—	—	—	—	—	—	—	—
Olszynowy	6,4	11,33	6,48	0,03	96	2,70	8604	2,45	7807
Andruha	6,0	10,65	6,14	0,02	—	3.75	17900	3,27	15609
Karaska	4,6	21,40	7,61	—	—	2,38	7235	—	—
Gleba mułowo - błotna pińska	5,8	88,90	4,20	0,239	2357	0,60	10400	0,62	20747
Nikitycze	6,8	20,70	14,52	0,06	213	2,95	10463	9,04	32062
Czemerne, niski	5,4	12,98	8,07	0,15	336	3,64	8154	1,80	4032
Ochoża	6,5	32,30	24,04	—	—	1,41	—	—	—

wej. Zawartość ta waha się w bardzo szerokich granicach: od 150 do 17100 kg na ha. Reakcja na fosfór jest oznaczona w % maksymalnego plonu. Jako brak reakcji przyjęliśmy wszystkie te przypadki, w których prawdopodobieństwo przypadkowości różnicy KPN — KN przewyższa 5%. Widoczne jest z tabeli XXVII, że silniejsza jest korelacja między reakcją a zawartością fosforu w 20-centymetrowej warstwie aniżeli w stosunku do zawartości fosforu w suchej masie. Naogół większa zawartość fosforu jest związana z brakiem reakcji. Jednakże z tego prawidła są dosyć liczne wyjątki. Najjaskrawszy przypadek stanowi Ochoża, gdzie przy ogromnej zawartości, największej ze wszystkich, wystąpiła wyraźnie reakcja. Nie można zatem oceniać bezwzględnie żyzności torfu odnośnie do fosforu jedynie według zawartości tego składnika w stosunku do objętości, jak to czyni p. Dr. T o m a s z e w s k i[3]). Wchodzi tu widocznie w grę forma, w jakiej fosfór występuje w torfie, działania mikrobiologiczne, może i inne jeszcze przyczyny. Zagadnienie wymaga dalszych badań, których niestety nie mogliśmy przeprowadzić skutkiem skasowania Grupy ekologicznej Biura Projektu Meljoracji Polesia.

Dla dokładniejszego zobrazowania własności zbadanych przez nas torfów podajemy w tabeli XXVIII ich reakcję oraz skład chemiczny odnośnie do azotu i składników popielnych.

W końcu miło jest nam podziękować P. Inż. J. P r u c h n i k o w i, b. Dyrektorowi Biura P. M. P. za popieranie naszych badań a PP. asystentom J. W n ę k o w s k i e m u i inż. J. M i c h a l s k i e m u za pomoc w pracy. Dziękujemy także p. Br. C h a m c o w i, Dyrektorowi Zakładu Uprawy Torfowisk za życzliwą pomoc, okazaną w wielu przypadkach.

---

[3]) T o m a s z e w s k i J. Gleby błotne Polesia. — Pamiętnik Instytutu Naukowego Gospodarstwa Wiejskiego w Puławach.

Dezydery Szymkiewicz et Bolesław Świętochowski.

Les recherches sur la fertilité des tourbes.

Résumé

Le but de ce travail était de rechercher une méthode aussi commode que possible pour appréciation de la fertilité des tourbes de la Polesie. Il s'agit ici des tourbières qui ne sont pas encore asséchées et qui, par conséquent, ne peuvent pas être étudiées au moyen des cultures des champs.

On peut envisager deux méthodes: l'analyse chimique et les cultures en pots. L'analyse chimique est le procédé le plus simple. Cependant même pour les sols minéraux elle ne donne pas de résultats suffisamment sûrs. Il en est encore pis pour les tourbes qui contiennent les éléments nutritifs à l'état des composés complexes, la potasse exceptée. Ces composés ne sont absorbés par les végétaux qu'après avoir été décomposés par les microbes. Ceci complique fortement le problème. Par suite, nous avons concentré notre attention sur les cultures en pots.

Nous avons déjà publié un aperçu sommaire des résultats pour les années 1931 — 32 (voyez la citation au bas de la page 39). Ici nous allons exposer en détail tous les résultats de 1931 à 1933, jusqu'au moment où nos recherches on été interrompues. Le travail étant inachevé, nous n'avons pu arriver aux conclusions définitives.

Pour obtenir au moyen des cultures en pots des résultats les plus sûrs possibles, nous les avons exécutées dans les conditions le plus rapprochées des naturelles qu'il était possible. On a, à ce but, enfoui les pots dans le sol au milieu de la tourbière Czemerne, à l'air libre, sous le filet de protection près du pavillon de culture établi pour les recherches écologiques. Les pots étaient en fer blanc paraffiné, construits d'après le modèle de M i t s c h e r l i c h. Ils étaient composés du pot

proprement dit et d'un seau bas de réserve. Le fond du pot entrait dans ce seau, L'excès de l'eau s'écoulait du pot dans le seau par les orifices pratiquées dans le fond. Le tout était placé dans un autre pot des dimensions approchées, enfoui dans la tourbe jusqu'aux bords. De temps en temps, on versait l'eau du seau de réserve dans le pot pour rétablir les éléments nutritifs de la culture. Comme plante de culture, nous avons pris d'abord Arrhenatherum elatius et ensuite Lolium italicum var. annuum. Nous avons travaillé d'après la méthode de Mitscherlich, c'est-à-dire nous avons appliqué les sels nutritifs en excès.

Nous avons d'abord comparé les cultures en pots à celles des champs dont les résultats sont seuls absolument sûrs. Cette comparaison a été exécutée avec la tourbe basse de Czemerne en 1931 et avec celle d'Andruha en 1933. Les résultats sont réunis dans les tables I — VI, où on trouve entre autres choses la valeur P, calculée d'après Fisher, indiquant en % la probabitité que la différence des récoltes provienne du hasard. Lorsque cette fonction dépassait 5, nous avons considéré la différence comme nulle. On voit des tables citées plus haut que la méthode des pots concorde bien avec la méthode des champs pour le phosphore, mais se montre incertaine pour l'azote et pour la potasse. Pour cette raison, nous nous sommes bornés ensuite à l'étude du phosphore et nous avons examiné à ce point de vue un certain nombre de tourbes très diverses.

On a dans ce travail deux sortes d'expériences: les cultures de deux ans et celles d'un an. Dans les premières où la plante était l'espèce pérenne Arrhenatherum elatius, nous avons conservé pour la seconde année la tourbe dans les pots avec les plantes (voyez les tables I, II, VII — XVIII). Le but en était d'examiner, comment la décomposition de la tourbe influe sur sa fertilité. Nous avons constaté que cette influence est différente suivant la nature de la tourbe. Comme on voit de la table XXVI, les tourbes basses de Czemerne et de Mokrany se sont comportées de la même manière pendant la seconde année que pendant la première. Il en était autrement pour toutes les autres. La tourbe basse de Horniki et la tourbe intermédiaire de Czemerne, insensibles à l'action des engrais phosphoriques

pendant la première année, ont accusé une réaction pendant la seconde. On pourrait supposer que cela s'est produit simplement par suite de l'épuisement de la tourbe dans les pots. Mais probablement le phénomène est plus complexe, car la tourbe de Kołodieżno, la plus pauvre en phosphore, s'est comportée de la façon inverse. Il s'agit ici probablement des processus microbiens qui peuvent aussi bien libérer que fixer les éléments nutritifs de la tourbe.

Les cultures d'un an ont été faites en 1933 (voyez les tables III — VI, XIX — XXV). Il s'y ajoute encore la culture avec la tourbe d'Andruha de 1932 (voyez les tables VII—VIII).

Les résultats généraux résume la table XXVII. Nous y avons omis les tourbes hautes qui ne donnent pas de résultats valables par suite de leur acidité élevée (comparez la table XXVIII), défavorable à la végétation. La table XXVII contient aussi le sol marécageux de Pińsk, qui n'est pas une tourbe, mais s'en approche par sa forte proportion de matière organique.

On voit que les tourbes réagissent en général à l'action des engrais phosphoriques d'autant plus fortement qu'elles contiennent moins de phosphore par l'unité de volume. Cependant il y a aussi d'exceptions remarquables. Surtout est frappant le cas de la tourbe d'Ochoża qui a réagi d'une manière appréciable malgré son contenu énorme de phosphore. La question demande donc encore d'être étudiée.

Jerzy Ostromęcki.

Parowanie z powierzchni łąki torfowej jako funkcja czynników klimatycznych.

Z Zakładu Doświadczalnego U. T. pod Sarnami.

(Wpłynęło 1. XII. 1935 r.)

1. Uwagi wstępne.

Publikacja niniejsza stanowi szereg rozważań na tle doświadczeń wazonowych nad parowaniem, przeprowadzonych w Zakładzie Doświadczalnym Uprawy Torfowisk pod Sarnami w latach 1931-34.

Doświadczenie wykonane było w następujący sposób: Cztery wazony żelazne, o wymiarach wg. rys. **Nr. 1**, wypełniono monolitami torfowemi, pobranemi z łąki wraz z roślinnością. Torf monolitów należy do typu niskiego, turzycowo-trzcinowego, **H. 5—6**, pochodzi z torfowiska zmeljorowanego przed 20-tu laty.

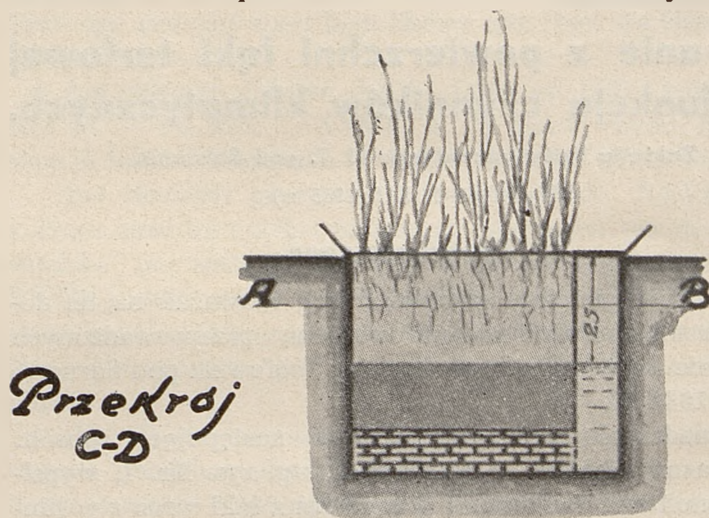
Roślinność pierwotną stanowiła mieszanka łąkowa (ścisłego składu botanicznego niestety nie posiadamy) z przewagą wiechliny błotnej i łąkowej. Już po roku roślinność uległa zmianie, zginęła część traw szlachetnych, a na ich miejsce pojawiły się turzyce i sity. Wtedy też podsiano nieco tymotki. Wazony umieszczono przy stacji meteorologicznej II-go rzędu, na łące torfowej, równo z powierzchnią, zachowując w ten sposób naturalne warunki ekologiczne.

W pierwszej parze wazonów (numer kolejny 1) utrzymywano stale poziom wody w zbiorniczku w odległości 25 **cm** od powierzchni darni; w drugiej parze (nr. kolejny 2) w odległości 35 **cm**, codziennie sprawdzając stan i wyczerpując lub dolewając w miarę potrzeby. Każdorazowe ilości wody notowano, przeliczając je następnie na **mm** wysokości warstwy

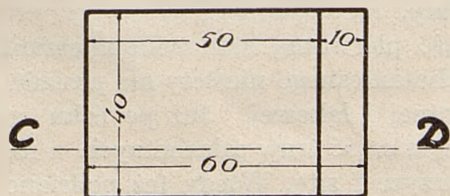
wody odniesionej do jednostki powierzchni (pow. wazonu $0,4 \times 0,5 = 0,2$ **m²**).

Mając ilość opadu w **mm** oraz ilości dolanej czy wyczerpanej wody w **mm**, przez sumowanie można otrzymać ilość wody wyparowanej z jednostki powierzchni łąki wg. wzoru:

Parowanie = Opad + Woda dolana — Woda wyczerpana.



Plan



Szkic wazonu

1:10

Rys. Nr. 1.

Wzór ten nie jest zupełnie ścisły; nie cały nadmiar wody nieodparowanej po opadzie przechodzi do zbiorniczka; nie wszystka też woda, która ze zbiorniczka w pewnym czasie ubyła, idzie na parowanie. Ta część wody zarówno opadowej jak i podsiąkającej zostaje zatrzymana w torfie w postaci wilgoci, a także i w roślinności, w jej masie.

Jedynie metoda wagowa powinna dać wyniki dokładne, aczkolwiek znów przy niej nie możemy uwzględnić zmian przyrostu masy roślinnej. Przy tego rodzaju doświadczeniu zrealizowanie ważenia z dostateczną dokładnością nie było w naszych warunkach możliwe (duża waga wazonu).

Z pewnem przybliżeniem musimy zadowolnić się bilansem wodnym, otrzymanym na drodze pomiarów objętościowych, przyjmując, że wilgotność torfu przy utrzymywaniu stale zwierciadła wody na niewielkiej odległości od powierzchni (35 **cm**) nie ulega znaczniejszym wahaniom w czasie; innemi słowy przyjmujemy założenie, że retencja nawodnej części monolitu torfowego jest wielkością stałą i jako taka może być przy dłuższym okresie obserwacji pominięta, posiada bowiem wpływ tylko na początkowe pomiary.

2. Wiadomości o parowaniu w świetle literatury.

O ile parowanie z powierzchni wody da się przedstawić na mocy teoretycznych rozważań, w postaci funkcji zależnej od czynników klimatycznych, o tyle komplikuje się rzecz, gdy mamy do czynienia z powierzchnią gleby nagą lub pokrytą roślinnością. Wg. S z y m k i e w i c z a (3) przytaczam wzór S t e f a n a dla natężenia parowania z powierzchni wody:

$$M = \frac{760}{0{,}001293\,A} \cdot \frac{273 + t^0}{273} \cdot \frac{1}{h}\;\frac{p' - p}{P - p'}$$

gdzie:

- t temperatura w C°
- h głębokość naczynia
- P ciśnienie atmosferyczne
- p' prężność pary nasyconej
- p prężność pary w powietrzu

(P, p', p) w **mm** słupa rtęci

A pewna stała we wzorze na opór powietrza przy ruchu drobin pary wodnej.

Twierdzenie słuszne o ile temperatura wody równa się temperaturze powietrza, nie bierze ono jednak pod uwagę wiatru oraz kształtu naczynia.

Wielkość *h* oraz kształt naczynia dla określonej zdolności ewaporacyjnej powietrza są obojętne, dla określenia jednak wielkości parowania bardzo ważne, gdyż np. wg. doświadczeń Stefana (wg. 1) parowanie jest proporcjonalne nie do powierzchni naczynia, lecz związane z jego obwodem.

Kładąc: $$i = \frac{273 + t^0}{273} \cdot \frac{760}{P - p'} \cdot (p' - p)$$

nazwiemy tę wielkość wskaźnikiem parowania.

Wyrazy: $$\frac{273 + t^0}{273} \quad \text{i} \quad \frac{760}{P - p'}$$

mało różnią się od jedności (na niżu), w przybliżeniu można więc przyjąć:

$$i = p' - p$$

Czyli, że wskaźnik parowania równa się niedosytowi wilgotności powietrza. Dla terenu pokrytego roślinnością wartość p', która oznacza prężność pary nasyconej, będzie oznaczać prężność pary przy powierzchni liści, która to wielkość nie jest identyczna z poprzednią, a od niej mniejsza. Wyrażenie $p' - p$ stanowić będzie w tym wypadku gradjent prężności pary wodnej (3).

Według Helbiga (1) na parowanie z powierzchni pokrytej roślinnością mają wpływ:

a) czynniki klimatyczne,
b) czynniki glebowo - hydrologiczne,
c) czynnik roślinny.

Przedstawimy pokolei działanie każdej z tych grup.

a) Czynniki klimatyczne.

Ponieważ parowanie z powierzchni łąki zachodzi w warstwie przyziemnej, bezwątpienia jest ono zależne w pierwszym

rzędzie od mikroklimatu. Z konieczności jednak, wobec braku odpowiednich danych, musimy operować klimatem warstwy wyższej, a więc opierając się na pomiarach meteorologicznych (zazwyczaj z wysokości 2 m nad powierzchnią terenu).

Występują tu:

Temperatura powietrza,
Niedosyt wilgotności,
Usłonecznienie,
Ciśnienie atmosferyczne,
Wiatr,
Opady.

Niestety w literaturze znajdujemy niewiele danych, co do określenia wpływu poszczególnych czynników, wszystkie bowiem występują równocześnie i objawia się tylko łącznie ich działanie. Pozatem większość badań dotyczy parowania z powierzchni wody, mniej mamy obserwacyj nad parowaniem przez powierzchnię pokrytą roślinnością.

Naogół można powiedzieć, że:

1. Wzrost temperatury powietrza podnosi parowanie, o ile czynniki inne nie ulegają większym wahaniom. Z temperaturą powietrza związana jest prężność pary nasyconej w powietrzu zależnością krzywolinjową; temperatura oddziaływa więc i na niedosyt wilgotności.

2. Niedosyt wilgotności, jak już wyżej wspomniano, wpływa wybitnie na parowanie; przy jednakowej temperaturze tem większe będzie parowanie im większy niedosyt.

3. Usłonecznienie idąc w parze z wysoką temperaturą i zazwyczaj z wysokim niedosytem wzmaga parowanie; ponadto pewne optimum oświetlenia powoduje wzmożenie procesów fizjologicznych u roślin.

4. Wiatr, zależnie od kierunku, stopnia nasycenia wilgocią i temperatury powietrza nawiewanego oraz prędkości, może podwyższać lub obniżać parowanie.

5. Ciśnienie atmosferyczne w małym stopniu wpływa na parowanie, powiększone ciśnienie nieco obniża parowanie.

6. O tem jakie jest działanie ilości opadu na parowanie,

danych w literaturze nie znalazłem. Szymkiewicz (3) podaje, że działanie opadu na roślinność nie tyle zależy od jego absolutnej wielkości, lecz raczej od stosunku między opadem a natężeniem parowania. Tam gdzie natężenie parowania jest słabe, mała ilość opadu może utrzymać dość bujną roślinność.

b) Czynniki glebowo-hydrologiczne.

Wpływ fizycznych właściwości gleby, a więc jej rodzaju (mineralne, torfy), wielkości ziarn, porowatości, włoskowatości, barwy itd. oddziaływa na parowanie bezpośrednio tylko z powierzchni nagiej; pośrednio zaś działa gleba przez wzmożenie np. rozwoju roślinności i co zatem idzie parowania.

Stan wody gruntowej niewątpliwie przyczynia się do podniesienia lub obniżenia parowania, o ile woda znajduje się na niewielkiej głębokości od powierzchni; działanie jest tu również raczej pośrednie przez roślinność. Maksimum parowania odpowiada pewnej niewielkiej głębokości zwierciadła wody pod powierzchnią (Skotnicki, 2).

c) Czynnik roślinny.

Na parowanie z danej powierzchni posiada decydujący wpływ samo pokrycie roślinne. Zjawiska te (zdolność transpiracyjna), wchodzące w zakres fizjologji nie zostały dotychczas należycie wyświetlone; niektórzy sądzą, że z budowy anatomicznej rośliny nie można wnioskować o ilości wyparowanej wody, niema również do dzisiaj cyfr dla jej określenia. (Szymkiewicz, 4 i Helbig, 1).

3. Sformułowanie zagadnienia.

Na podstawie posiadanego materjału obserwacyjnego i wiadomości z literatury można postawić kilka pytań, na które w dalszym ciągu poszukiwać będziemy odpowiedzi. Wszystkie zagadnienia odnoszą się tylko do stanu i warunków danego doświadczenia, nie możemy przeto zbyt pewnie ekstrapolować wyników na inne zespoły, tembardziej, że nie pozwala na to mała ilość powtórzeń i tylko czteroletni okres obserwacji.

Całość zatem niniejszej pracy ma charakter raczej metodyczny.

Rozpatrywać będę następujące kwestje:

a) Określenie ilości wyparowanej wody z łąki torfowej w stosunku do masy roślinnej i odległości zwierciadła wody od powierzchni.

b) Określenie związku między ilością wyparowanej wody a okresem rozwoju łąki.

c) Określenie związku między ilością wyparowanej wody z powierzchni łąki a czynnikami klimatycznemi.

4. Ilość wyparowanej wody z łąki torfowej w stosunku do masy roślinnej i odległości zwierciadła wody od powierzchni.

Z codziennych czteroletnich obserwacyj (1931—1934) zestawiono tablice **Nr. 1, 2, 3 i 4,** gdzie bilanse wodne brane są dekadami w **mm** słupa wody na dekadę; inne wielkości przedstawiają sumy za dekadę odpowiednich czynników.

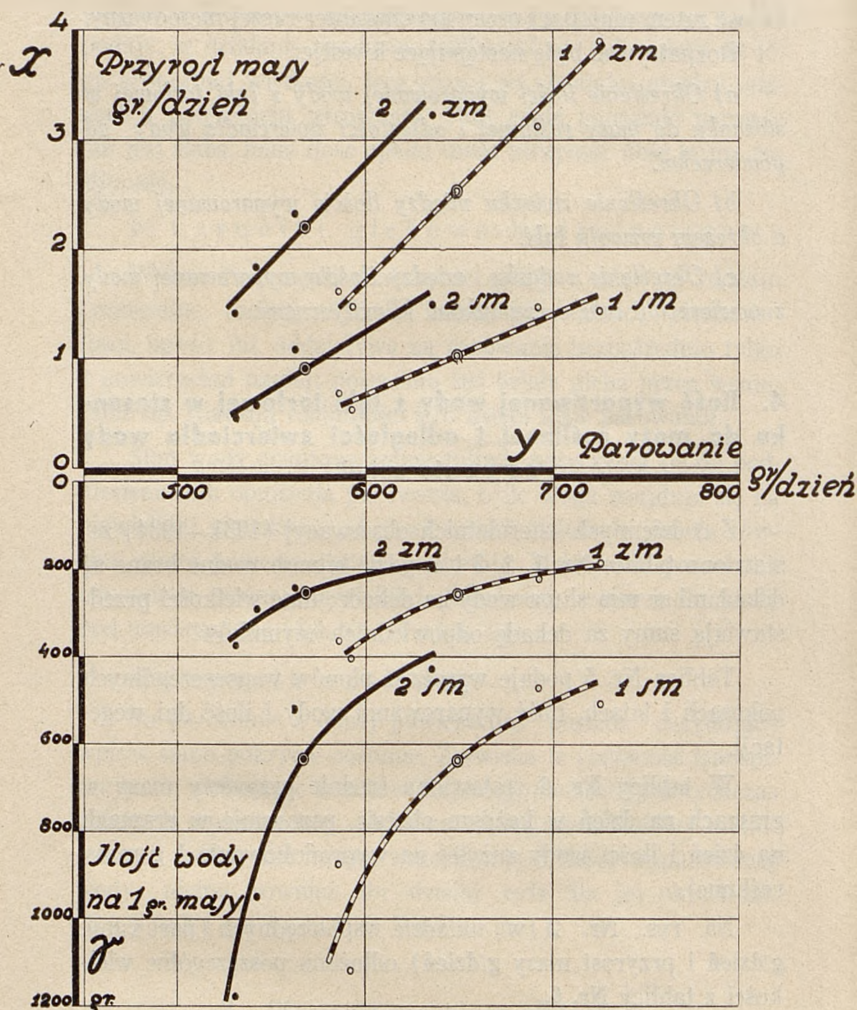
Tablica **Nr. 5** podaje wysokość plonów w poszczególnych pokosach i latach, ilość wyparowanej wody i ilość dni wegetacji.

W tablicy **Nr. 6** zestawiono średnie przyrosty masy w **gramach na dzień** w każdym okresie, parowanie w **gramach na dzień** i ilości wody zużytej na wyprodukowanie **1 g** masy roślinnej.

Na rys. **Nr. 2** w układzie współrzędnych (parowanie g/**dzień** i przyrost masy g/**dzień**) odłożono poszczególne wielkości z tablicy **Nr. 6.**

Prawdopodobnie zależność ta w ogólnym wypadku przedstawiać się będzie jako pewna krzywa rosnąca. Przy niewielkiej rozpiętości parowania **(531—725 g)** i niewielkiej ilości punktów założymy formę związku między parowaniem a przyrostem masy, jako równanie linji prostej.

Aby otrzymać wykres zależności między parowaniem a ilością wody zużytej na produkcję 1 g masy przeprowadzimy następujące obliczenie:



Związek między parowaniem a produkcją masy w łące torfowej

Rys. Nr. 2.

TABLICA 1.

Bilans wodny w wazonach i czynniki klimatyczne r. 1931.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Miesiąc	Dekada	Dni	Wazon 1 gł. 25 cm		Wazon 2 gł. 35 cm		Opad	Wyparowało z wazonu Nr.		Temp. średnia dzienna	Niedosyt wilgotn. średn. dzien.	Usłonecznienie godzin	Ciśnienie atmost. 700+h	Wiatr	Uwagi
			Dodano + mm	Odjęto — mm	Dodano + mm	Odjęto — mm	mm	1 mm	2 mm	+C⁰	mm		mm	m/sek	
VIII	3	11	9,7	48,7	3,7	57,1	48,8	+ 9,8	— 4,6	168,3	23,1	20,0	454,2	30,3	
IX	1	10	16,5	0	11,2	0	6,9	+23,4	+18,1	141,9	34,6	62,0	452,3	26,3	
	2	10	5,4	0	2,0	1,3	20,3	+25,7	+21,0	113,5	16,7	22,0	481,1	22,7	
	3	10	0,5	57,1	0	91,1	86,3	+29,7	— 4,8	60,7	9,8	14,0	432,4	28,3	
X	1	10	3,9	22,5	3,1	18,2	18,6	0	+ 3,5	82,9	13,2	42,0	502,6	21,0	
	2	10	8,9	0,5	6,5	0,4	1,6	+10,0	+ 7,7	54,7	17,7	66,0	523,1	16,0	
Suma		61	44,9	128,8	26,5	168,1	182,5	+98,6	+40,9	622,0	115,1	226,0	2845,7	144,6	
Średnia dzienna		1	0,736	2,111	0,434	2,755	2,991	1,616	0,670	10,2	1,890	3,70	746,7	2,37	

TABLICA 2.

Bilans wodny w wazonach i czynniki klimatyczne r. 1932.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Miesiąc	Dekada	Dni	Wazon 1 gł. 25 cm		Wazon 2 gł. 35 cm		Opad	Wyparowało z wazonu Nr.		Temp. średnia dzienna	Niedosyt. wilgotn. śred. dzien.	Usłonecznienie godzin	Ciśnienie atm. 700+ h	Wiatr	Uwagi
			Dodano + mm	Odjęto — mm	Dodano + mm	Odjęto — mm	mm	1 mm	2 mm	$+C^0$	mm		mm	m/sek	
V	2	10	12,2	0,4	3,1	4,6	3,6	+15,4	+ 2,1	145,5	53,1	104,8	499,8	21,0	
	3	11	50,7	5,7	38,2	3,0	19,4	+64,4	+54,6	203,9	70,0	107,5	495,1	20,3	Pokos I
VI	1	10	6,4	41,7	0,3	42,7	37,8	+ 2,5	— 4,6	149,0	32,5	64,3	450,9	15,3	
	2	10	12,6	40,2	5,7	48,1	27,0	— 0,6	—15,4	152,6	33,0	63,2	471,8	17,6	
	3	10	27,7	10,0	19,7	10,3	26,1	+43,8	+35,5	170,2	39,9	63,2	453,0	11,3	
VII	1	10	67,2	0	50,4	0	3,1	+70,3	+53,5	199,1	61,4	115,8	481,2	8,3	
	2	10	24,6	3,6	21,8	2,0	12,5	+33,5	+32,3	206,9	59,6	89,7	425,6	23,0	
	3	11	32,1	22,2	24,5	21,9	34,7	+44,6	+37,3	206,2	47,6	75,5	492,9	12,0	
VIII	1	10	20,9	66,2	15,8	64,6	71,3	+26,0	+22,5	179,5	30,9	55,2	449,8	24,6	
	2	10	43,4	0	34,7	0	0,5	+43,9	+35,2	175,6	41,3	91,9	512,2	7,0	Pokos II
	3	11	43,9	1,1	32,2	1,1	6,4	+49,2	+37,5	180,7	44,8	91,6	554,6	13,6	
IX	1	10	26,4	0	19,3	0	0,9	+27,3	+20,2	168,8	44,0	79,6	484,2	14,3	
	2	10	22,6	0	15,1	0	3,1	+25,7	+18,2	139,0	43,4	57,2	482,5	30,3	
Suma		133	390,7	191,1	280 8	198,3	246,4	+446,0	+328,9	2277,0	601,6	1059,5	6253,6	218,6	
Średnia dzienna		1	2,938	1,437	2,111	1,490	1.852	3,353	2,473	17,1	4,523	7,96	747,0	1,64	

TABLICA 3.

Bilans wodny w wazonach i czynniki klimatyczne r. 1933.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Miesiąc	Dekada	Dni	Wazon 1 gł. 25 cm		Wazon 2 gł. 35 cm		Opad	Wyparowało z wazonu Nr.		Temp. średnia dzienna	Niedosyt wilgotn. średn. dzien.	Usłonecznienie godzin	Ciśnienie atm. 700+ h	Wiatr	Uwagi
			Dodano +	Odjęto —	Dodano +	Odjęto —		1	2						
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	+C⁰	mm		mm	m/sek	
V	1	10	33,1	0	27,2	0	14,7	+47,8	+41,9	125,5	43,2	93,1	463,1	25,6	
	2	10	2,8	62,0	2,7	86,0	87,9	+28,7	+ 2,0	112,0	23,4	20,8	443,1	23,6	
	3	11	19,9	14,8	18,8	12,1	21,2	+26,3	+27,9	124,3	36,2	78,0	472,0	27,3	Pokos I
VI	1	10	22,8	6,1	26,6	4,7	12,6	+29,3	+34,5	117,0	38,1	70,1	444,5	37,6	
	2	10	4,9	24,2	5,4	21,7	72,2	+52,9	+55,9	157,5	25,5	30,4	398,7	26,3	
	3	10	11,6	58,8	12,2	59,2	60,6	+13,4	+13,6	162,8	39,3	90,7	408,2	25,6	
VII	1	10	6,8	28,2	4,3	25,6	30,5	+ 9,1	+ 9,2	163,1	34,3	68,0	459,4	27,6	
	2	10	24,8	19,1	24,9	24,0	29,7	+35,4	+30,6	194,0	47,9	99,7	479,1	20,0	
	3	11	36,3	0,3	36,2	5,9	8,4	+38,4	+38,7	221,8	58,6	124,0	521,9	16,3	Pokos II
VIII	1	10	30,8	0	32,4	0	5,3	+36,1	+37,7	176,0	44,5	85,5	457,0	27,6	
	2	10	16,3	6,3	17,2	5,5	15,3	+25,3	+27,0	153,1	32,8	52,9	465,4	37,3	
	3	11	22,5	18,4	12,9	13,5	19,9	+14,0	+19,3	148,5	23,9	37,2	487,5	43,6	
Suma		123	222,6	244,2	220,8	260,8	378,3	+356,7	+338,3	1755,7	447,7	850,4	5495,9	338,4	
Średnia dzienna		1	1,809	1.985	1,795	2,120	3,076	2,900	2,751	14,3	3.640	6,91	744,7	2,75	

TABLICA 4.

Bilans wodny w wazonach i czynniki klimatyczne r. 1934.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Miesiąc	Dekada	Dni	Wazon 1 gł. 25 cm		Wazon 2 gł. 35 cm		Opad	Wyparowało z wazonu nr.		Temp. średnia dzienna	Niedosyt wilgotn. średn. dzien.	Usłonecznienie godzin	Ciśnienie atm. 700+ h	Wiatr	Uwagi
			Dodano + mm	Odjęto — mm	Dodano + mm	Odjęto — mm	mm	1 mm	2 mm	+C°	mm		mm	m/sek	
IV	3	10	19,2	4,8	17,8	5,3	8,1	+22,5	+20,0	146,8	50,7	49,9	474,9	38,3	
	1	10	45,1	0	40,9	0	0	+45,1	+40,9	182,8	84,3	119,9	526,6	32,3	
V	2	10	38,5	2,3	34,8	1,8	21,9	+58,1	+54,9	162,0	60,7	105,4	472,9	38,6	
	3	11	8,9	12,1	4,4	10,6	14,3	+11,1	+ 8,1	102,3	27,5	84,1	524,2	32,6	Pokos I
	1	10	4,9	20,3	2,7	19,4	38,1	+22,7	+27,4	141,2	27,7	66,8	445,5	24,3	
VI	2	10	20,6	18,0	18,7	15,4	16,6	+19,2	+19,9	152,7	46,3	97,7	462,3	24,3	
	3	10	25,0	0	22,2	0	4,5	+29,5	+26,7	182,4	75,3	103,6	467,8	24,3	
	1	10	7,6	38,5	6,7	36,7	70,6	+39,7	+40,6	153,4	21,9	30,9	423,2	25,0	
VII	2	10	15,7	17,6	14,4	18,2	27,2	+25,3	+23,4	199,0	48,4	75,4	430,4	17,6	
	3	11	16,4	18,1	15,0	24,2	38,6	+36,9	+29,4	196,5	39,6	72,9	463,2	30,3	Pokos II
	1	10	12,0	50,8	9,7	57,3	77,1	+38,3	+29,5	176,9	36,8	80,5	439,0	20,6	
VIII	2	10	13,1	26,2	12,1	25,5	30,8	+17,7	+17,4	163,6	31,1	57,0	450,9	20,3	
	3	11	19,4	13,9	17,9	13,2	16,8	+22,2	+21,5	202,3	37,9	68,3	534,7	32,0	
Suma		133	246,4	222,6	216,7	227,6	364,6	+388,4	+353,7	2161,9	588,2	1012,4	6115,6	360,5	
Średnia dziena		1	1,853	1,674	1,629	1,711	2,741	2,920	2,659	16,3	4,422	7,61	746,0	2,71	

TABLICA 5

Zestawienie plonów i parowania w wazonach

Okres do pokosu	Wazon	1932				1933				1934			
		Zielona masa g	Sucha masa g	Parowanie g	Dni	Zielona masa g	Sucha masa g	Parowanie g	Dni	Zielona masa g	Sucha masa g	Parowanie g	Dni
I	1 gł. 25 cm					199	73	37000	51 1.V—22.VI	98	41	35740	61 20.IV—20.VI
	2 gł. 35 cm					164	76	32440	51 1.V—22.VI	112	35	33040	61 20.IV—20.VI
II	1 gł. 25 cm	234	110	51.860	75 9.VII—21.IX	129		35680	74 22.VI—2.IX	113	41	45660	77 20.VI—5.IX
	2 gł. 35 cm	174	81	42.220	75 9.VII—21.IX	104		36720	74 22.VI—2.IX	109	35	40880	77 20.VI—5.IX

TABLICA 6.

Produkcja i parowanie średnie dzienne w wazonach.

Pokos i rok	Wazon 1 gł. 25 cm					Wazon 2 gł. 35 cm				
	x Przyrost masy g/dzień		y Parowanie g/dzień	γ Ilość wody w g na 1 g masy		x Przyrost masy g/dzień		y Parowanie g/dzień	γ Ilość wody w g na 1 g masy	
	zielonej	suchej		zielonej	suchej	zielonej	suchej		zielonej	suchej
II 1932	3,12	1,47	692	222	470	2,32	1.08	563	243	521
I 1933	3,90	1,43	725	186	507	3,22	1.49	636	197	427
I 1934	1,61	0,67	586	364	875	1,84	0,57	542	294	950
II 1934	1,47	0,53	593	403	1119	1,42	0,45	531	374	1180

TABLICA 7.

Równanie związku między przyrostem masy i parowaniem w wazonach.

Wazon	Masa	$y = ax + b$	$\gamma = \frac{ay}{y - b}$	Współczynnik k korelacji x, y $r \pm \Delta$	Uwagi
1 gł. 25 cm	Zielona	$y = 58{,}6x + 501$	$\gamma = \frac{58{,}6\,y}{y - 501}$	$+0{,}990 \pm 0{,}010$	x — przyrost masy średni dzienny w danym okresie (w g.)
	Sucha	$y = 137\,x + 509$	$\gamma = \frac{137\,y}{y - 509}$	$+0{,}965 \pm 0{,}034$	y — parowanie średnie dzienne w danym okresie (w g.)
2 gł. 35 cm	Zielona	$y = 56{,}3x + 444$	$\gamma = \frac{56{,}3\,y}{y - 444}$	$+0{,}957 \pm 0{,}041$	Równania ważne w granicach: $531 < y < 725$ $1{,}42 < x^{ziel.} < 3{,}90$ $0{,}45 < x^{such.} < 1{,}49$
	Sucha	$y = 96\,x + 482$	$\gamma = \frac{96\,y}{y - 482}$	$+0{,}976 \pm 0{,}024$	Powierzchnia wazonu $= 0{,}2\ m^2$

Niech oznacza:
y_n — Parowanie w **g/dzień** w pewnym okresie,
x_n — Przyrost masy w **g/dzień** w pewnym okresie.

Wtedy zakładając związek prostolinijny otrzymamy:

$$y = ax + b \qquad (A)$$

gdzie a i b obliczone zostaną wg. najmniejszych kwadratów.

Stosunek $\frac{y_n}{x_n} = \gamma_n$ jest to ilość wody w g zużyta na produkcję **1 g** masy, a zatem przy założeniu związku y i x wg. równania A otrzymamy po podstawieniu:

$$\gamma = \frac{a\,y}{y - b} \qquad (B)$$

To równanie (krzywa homograficzna) przedstawia związek między ilością wyparowanej wody (**w g - dzień**) a ilością wody w g zużytej na wyprodukowanie **1 g** masy.

W tablicy **Nr. 7** zestawiono równania $y = ax + b$ (obliczone z danych tabl. Nr. 6 wg. metody najmniejszych kwadratów) dla zielonej i suchej masy z obu wazonów, odpowiednie równania krzywych $\gamma = \frac{a\,y}{y - b}$ oraz współczynniki korelacji między y i x.

Na podstawie przytoczonych równań (Rys. **Nr. 2** i tablica **Nr. 7**) ustalimy następujące wnioski:

a) Wraz z parowaniem (średnią ilością przetranspirowanej wody) rośnie masa roślinna zielona i sucha, oraz odwrotnie: większy przyrost masy idzie w parze ze zwiększeniem parowania.

Dla zielonej masy współczynniki regresji, parowania dziennego względem przyrostu dziennego masy, w obu wazonach są prawie jednakowe, (**58,6 i 56,3**) a zatem zwiększeniu parowania dziennego o pewną wielkość odpowiada zwiększenie przyrostu dziennego zielonej masy takie samo w wazonie **1** jak w wazonie **2.**

Dla suchej masy współczynniki regresji różnią się nieco (137 i 96), prawdopodobnie spowodowane jest to niejednako-

wym stopniem dosuszenia, przy odmiennym składzie botanicznym roślinności w wazonach (o czem niżej). Proste związku y i x nie pokrywają się z sobą; naogół są przesunięte w ten sposób, że **przy tem samem parowaniu** otrzymamy przyrosty masy zielonej i suchej większe w wazonie 2 (głębokość zw. wody 35 cm) niż w wazonie 1 (głęb. zw. wody 25 cm).

Innemi słowy na wyprodukowanie tej samej ilości masy (przyrost w g/dzień) trzeba większego parowania w wazonie o poziomie wody płytszym (25 cm) niż w wazonie o poziomie głębszym (35 cm). Zbliżenie więc zwierciadła wody do powierzchni powoduje żywszą transpirację.

b) Jeśli chodzi o ilość wody zużytej na produkcję 1 g masy zauważymy, że naogół ze wzrostem parowania (w g/dzień) maleje ilość wody na 1 g masy zielonej i suchej, czyli przy większem parowaniu (w tym samym wazonie) roślinność wyzyskuje wodę ekonomiczniej.

Przy jednakowej wielkości parowania w wazonie 1 (o poziomie płytszym) zużywa się większą ilość wody na produkcję masy niż w wazonie 2 (o poziomie głębszym), co uwidacznia się w przesunięciu odpowiednich krzywych (*B*).

Zbliżenie więc zwierciadła wody do powierzchni spowodowało mniej ekonomiczną gospodarkę wodną u roślinności łąkowej.

Z takiego układu wielkości parowania, przyrostu masy i ilości wody zużytej na 1 g masy można wnioskować, że musi istnieć pewne optimum, które wyrazi się przez:

a) Najmniejszą ilość wody zużytej na wyprodukowanie 1 g masy,

b) Największy przyrost masy,

Obie wielkości w danym wypadku są uwarunkowane odległością zwierciadła wody od powierzchni.

W granicach posiadanych obserwacyj wypośrodkować tego optimum nie można, wobec istnienia dwóch tylko porównywanych poziomów wody gruntowej.

Założone obecnie nowe doświadczenia, które obejmą 4-poziomy pozwolą prawdopodobnie na uchwycenie wymienionej zależności.

W tablicy Nr. 8 zestawiono średnie wartości parowania

i przyrostu masy z trzechletnich obserwacyj. Trzeba zanaczyć, że te wartości średnie nie charakteryzują nam tak dokładnie przebiegu gospodarki wodnej w wazonach, jak to uzyskano przez omówienie wyników szczegółowych (str. 76). Wartości średnie jako przeciętne, dają raczej praktyczne liczby dla oznaczenia wielkości parowania.

TABLICA 8

Wartości średnie przyrostu masy i parowania z wazonów w okresie trzyletnim.

Wazon	Przyrost masy g/dzień		Parowanie g/dzień	Ilość wody w g na *1 g* masy	
	zielonej	suchej		zielonej	suchej
1 gł. 25 cm	2,52	1,025	649	258	633
2 gł. 35 cm	2.20	0,897	568	258	633
Stosunek *W.* 2 do *W. 1*	0,874	0,874	0,874	1	1

W danym okresie trzyletnim (przy jednakowych warunkach klimatycznych) wazon **1** (o poziomie płytszym) wyparował więcej wody i wyprodukował więcej masy niż wazon 2 (o poziomie głębszym), ekonomja działania była natomiast jednakowa, wyrażając się cyfrą **258** względnie **633 g** wody zużytej na produkcję **1 g** zielonej względnie suchej masy.

Stosunek wyparowanej wody i produkcji wazonu 2 do wazonu **1** był **0,874**; obniżenie zatem zwierciadła wody o **10 cm** (z 25 na 35) spowodowało zmniejszenie plonów i parowania o **12,6%**.

Uderza tutaj cyfra **0,874** (stosunek parowania i jednocześnie przyrostu suchej i zielonej masy), wykazując istotną i wysoką (**100%**) w tym wypadku zależność między parowaniem a masą roślinną.

Charakterystyczną jest również cyfra **258 i 633** (jako wynik zależności poprzedniej), wyrażająca sprawność produkcji danych wazonów, jednakowa dla obu porównywanych poziomów. (Tabl. 8). Zgodność ta nie może być uważana za bar-

dzo pewną z powodu małej ilości powtórzeń i trzyletnich tylko danych.

Skład botaniczny roślinności wazonów, który przedstawiony jest w tablicy Nr. 9 (wg. analizy z roku 1934) powinien raczej wskazywać, że wielkości te jako przeciętne z pewnego okresu może przypadkowo tylko są identyczne dla obu poziomów; niewątpliwie bowiem u różnych roślin różna jest gospodarka wodna; różnice zaś w sprawności parowania (resp. produkcji) między wazonami występują wyraźnie przy szczegółowej dyskusji przeprowadzonej wyżej (krzywe rys. Nr. 2).

TABLICA 9

Skład botaniczny roślinności w wazonach.

R o ś l i n a		% suchej masy plonu Wazon	
		1 gł. 25 cm	2 gł. 35 cm
Wiechlina łąkowa	(Poa pratensis.)	7.0	18.0
„ błotna	(Poa palustris.)	1.0	1.8
Kostrzewa czerw.	(Festuca rub.)	6,3	3,4
Mietlica biała	(Agrostis al.)	—	2,5
„ psia	(„ can.)	—	4.8
„ pospol.	(„ vulg.)	4,5	—
Tymotka	(Phleum prat.)	1,7	—
Koniczyny	(Trifolium sp.)	2,1	4,7
Sit	(Iuncus spec.)	21,5	—
Turzyce	(Carex spec.)	43,1	47,2
Chwasty		11,2	14,9
Mchy	(Sphagna spec.)	—	0,7
Nieoznaczone		1,6	1,8
Razem rośliny szlachetne		22,6	35,4
„ „ bagienne i chwasty		77,4	64,6

Być może jednak w danym wypadku, że wpływ 77 i 64% roślinności bagiennej działał dominująco i wyrównywująco na parowanie średnie w trzyletnim okresie, niewielka zaś stosunkowo różnica w ilości roślin szlachetnych nie wywarła wyraźnych zmian.

Cyfry zatem 258 i 633 g wody zużytej na produkcję 1 g zielonej i suchej masy posiadać będą wartość przeciętnych wielkości parowania z powierzchni roślinnej, uzyskanych

w badanym zespole, w określonych warunkach hydrologiczno-klimatycznych.

Oceniając wpływ odległości zwierciadła wody na zespół roślinny zauważymy, że **obniżenie** poziomu wody gruntowej z 25 na 35 **cm** czyli tylko o 10 **cm** spowodowało:

a) Zwiększenie ilości traw szlachetnych o 13%,

b) Zanik sitów.

Ilość turzyc w obu wazonach jest prawie jednakowa (jak wiadomo większość turzyc ginie dopiero po obniżeniu zwierciadła wody niżej 40 **cm**).

Dla porównania i potwierdzenia wniosków tyczących parowania i przyrostu masy, przytaczam jeden z wyników doświadczeń przeprowadzonych inną metodą i w innych warunkach przez inż. B. Krygla (wg. nieogłoszonych jeszcze danych). Były to doświadczenia nawozowe prowadzone w wazonach, w domku wegetacyjnym Z. D. U. T. (własność Biura Proj. Meljor. Polesia).

Wazony, z torfem o różnem nawożeniu, utrzymywano w stałej wilgotności 70% w stosunku do całkowitej pojemności wodnej; ubytek wagi wody (parowanie) uzupełniano co 3 dni; warunki ekologiczne oczywiście nie były naturalne dla łąk, gdyż jak powiedziano wazony znajdowały się w domku wegetacyjnym.

Dla przykładu biorę średnie dane z 4-ch wazonów, o jednakowem nawożeniu K_2O i P_2O_5 (torf niski) z wiechliną błotną (z roku 1934).

Tablica Nr. 10 ilustruje dekadowy przebieg parowania i wysokość plonów z zebranych w tym roku trzech pokosów.

Przeprowadzając obliczenia i rozumowania analogiczne jak dla wazonów **Nr. 1 i 2** otrzymano następujące wyniki (Tablica **Nr. 11**):

Ze wzrostem parowania rośnie ilość masy; przy większem parowaniu ilość wody na 1 g masy maleje, czyli lepsza jest wtedy ekonomja gospodarki wodnej.

Doświadczenie inż. Krygla, aczkolwiek prowadzone inną metodą i w innych warunkach daje wyniki kierunkowo zgodne z naszemi badaniami.

TABLICA 10

Parowanie i plony wazonów z doświadczeń inż. B. Krygla.

Okres do pokosu	Miesiąc	Dekada	Dni	Parowanie suma za dekadę g	Parowanie średnie dziennie w dek. g	Masa g	
						zielona	sucha
I	V	3	6	650	108		
	VI	1	9	1000	111		
	VI	2	12	2950	246		
	VI	3	12	6100	509		
Suma			39	10700		83,75	18,52
II	VII	1	8	350	44		
	VII	2	11	1810	165		
	VII	3	13	2520	194		
	VIII	1	13	3730	287		
Suma			45	8410		43,75	10,85
III	VIII	3	12	1180	98		
	IX	1	13	2480	191		
	IX	2	9	1980	220		
	IX	3	11	1330	121		
	X	1	12	1350	113		
Suma			57	8320		27,50	9,88

TABLICA 11

Przyrosty masy i parowanie z wazonów wg. doświadczeń inż. B Krygla.

Okres do pokosu	Przyrost masy g/dzień w okresie		Parowanie g/dzień w okresie	Ilość wody w g na produkcję 1 g masy w okresie	
	zielonej	suchej		zielonej	suchej
I	2,15	0,475	274	127	576
II	0,97	0,241	187	195	775
III	0,48	0,173	146	304	844
Średnio	1,20	0,296	202	208	732

Obliczając tutaj współczynniki korelacji między parowaniem dziennem a przyrostem masy otrzymamy:

dla zielonej masy $r = +\, 0{,}988 \pm 0{,}012$,

dla suchej masy $r = +\, 0{,}979 \pm 0{,}023$.

Współczynniki równie wysokie jak i w tablicy Nr. 7, dla wazonów Nr. 1 i 2, wskazują na istotną zależność między wymienionemi wielkościami, występującą wyraźnie, niezależnie od metody badań.

Zbadajmy jeszcze parowanie w obu poziomach, w okresie czteroletnich obserwacyj, z uwzględnieniem różnic wysokości parowania między wazonami. W tablicy Nr. 12 zestawiono parowanie średnie dzienne w okresie wegetacji, w obu poziomach, oraz różnice między parowaniem. (wg. tablic 1—4).

TABLICA 12

R o k	Parowanie śred. dziennie w mm w okr. wegetacji		Różnica parowania mm
	Wazon 1 gł. 25 cm	Wazon 2 gł. 35 cm	
1931	1,616	0,670	0,946
1932	3,353	2,473	0,880
1933	2,900	2,751	0,149
1934	2,920	2,659	0,261

Obliczając współczynnik korelacji między różnicami parowania i parowaniem z wazonu 1 otrzymamy:

Korelacja $r = -0{,}388 \pm 0{,}425$ (ujemna, lecz mało pewna).
Regresja $a = -0{,}209$.

Sądząc z ujemnej korelacji możnaby powiedzieć, że przy wysokim parowaniu (czyli przy sprzyjających warunkach klimatycznych) maleją różnice w parowaniu, spowodowane niejednakową odległością wody gruntowej od powierzchni łąki.

5. Określenie związku między ilością wyparowanej wody a okresem rozwoju roślinności.

Wnioski wyprowadzone poprzednio posiadają przeważnie znaczenie jakościowe, mówią o kierunku zjawiska; jeśli chodzi o otrzymane cyfry, to można je przyjąć jako pewne wartości orjentacyjne, nie pretendując bynajmniej do traktowania

ich, jako wielkości absolutnych. W tem też założeniu obliczam poniżej potrzeby wodne łąki w okresie wegetacji, opierając się na danych z doświadczenia.

Średnio na **1 kg** suchej masy plonów zużywa się **633 kg** wody. Biorąc przeciętny plon siana z łąki zmeljorowanej ekstensywnie (wazon **Nr. 2 gł. 35 cm**) tylko **50 q/ha** (średni faktyczny w wazonach wyniósł w trzyletnim okresie ponad 50 **q/ha.**) otrzymamy zapotrzebowanie wody:

$$633 \times 5000 = 3\,165\,000 \text{ kg wody na 1 ha}$$

co w przeliczeniu na wysokość słupa wody w **mm** wynosi:

316.5 mm

Faktycznie w tym okresie wazon **Nr. 2** wyparował średnio (wg. Tablicy Nr. 1—4) **340 mm.** Przyjmijmy w zaokrągleniu parowanie z powierzchni takiej łąki **300 mm** w okresie wegetacji (średnio 120-dniowym).

Z innych badań przeprowadzanych w Z. D. U. T. wynikło, że odpływ jednostkowy z pola torfowego, płytko osuszonego, wynosi około **0,2 litra na sek i ha,** co w przeliczeniu, da w okresie wegetacji (120 dni) **200 mm** słupa wody.

Uwzględniając więc odpływ i parowanie, możemy w przybliżeniu ustalić liczbę **500 mm** słupa wody, jako wystarczającą w okresie wegtacji dla łąki słabo osuszonej, o produkcji 50 q/ha (pomijamy tu jednak pewien zapas wody będącej w postaci wilgoci gruntu). Zapotrzebowanie tej ilości wody może być zrównoważone przez odpowiednio wysoki opad, to jest w tym wypadku w wysokości **500 mm.** Ponieważ na tej części Polesia (dane stacji sarneńskiej) opad w okresie wegetacji rzadko przekracza **300—350 mm,** można mniemać, że klimat ten nie jest zbyt odpowiedni dla łąk. Wniosek ten zdaje się być uzasadniony tembardziej, że rozkład opadów zazwyczaj nie idzie w parze z potrzebami wodnemi łąki w poszczególnych fazach rozwoju roślinności.

Aby przekonać się o rozkładzie zużycia wody przez łąkę w okresie wegetacji, wykonano następujące obliczenie: z tablic

1—4 wybrano bilanse wodne i odpowiednie czynniki klimatyczne w dekadach:

przy ruszeniu wegetacji
przed zbiorem **I-go pokosu**
po zbiorze **I-go** pokosu
przed zbiorem **II-go** pokosu

i obliczono średnie parowanie z obu poziomów **(25 i 35 cm)** w danych dekadach (z trzech lat). Wyniki zestawiono w tablicy **Nr. 13,** gdzie umieszczono również względne parowanie w poszczególnych okresach w odniesieniu do parowania w dekadzie przy ruszeniu wegetacji, przyjętego za jednostkę.

TABLICA 13
Rozkład parowania z łąki torfowej w okresie wegetacji.

L. p.	Czas	Parowanie średn. dzien. w dekadzie	Parowanie w stosunku do 1	Temperatura powietrza C⁰	Niedosyt mm	Usłonecznienie godz.	Ciśnienie mm	Wiatr m/sek	Opad mm
				Średnia dzienna w dekadzie					
1	Przy ruszeniu wegetacji 3.IV—2.V	1,205	1	12,9	3.82	6,29	747,1	2,23	4,57
2	Przed I-szym pokosem 2.VI—1.VII	5,815	4,82	17,8	4,35	7,31	744,0	1,73	3,76
3	Po I-szym pokosie 3.VI—2.VII	2,485	2,06	18,4	5,80	9,47	743,0	2.43	2,59
4	Przed II-gim pokosem 3.VIII—2.IX	2,020	1,68	16,3	3.51	5,42	750,2	3,52	1,33

Uwaga. 3.IV i t. p. oznacza trzecią dekadę kwietnia.

Jak widać maksymalne parowanie następuje w dekadzie przed zbiorem I-go pokosu. Niewątpliwie przyczynia się do tego zwiększona masa roślinna, gdyż czynniki klimatyczne, warunkujące parowanie, w porównaniu do innych okresów nie

są tu optymalne. Po zbiorze I-go pokosu parowanie maleje przeszło dwukrotnie, w porównaniu do parowania w dekadzie przed zbiorem, jest jednak dwa razy większe od parowania na początku wegetacji, pomimo, że masa roślinna na łące po zbiorze **I-go** pokosu jest równie nikła, jak przy ruszeniu wiosennem (początek maja). Zwiększenie parowania w tym wypadku objaśnić można lepszemi warunkami klimatycznemi (wyższa temperatura i niedosyt). Pomiędzy parowaniem w dekadzie po **I-szym** pokosie, a w dekadzie przed zbiorem **II-go** pokosu niema tak wyraźnych różnic, spowodowane jest to znowu wpływem klimatu.

Rozpatrując bilans wodny wazonów w domku wegetacyjnym (tablica **Nr. 10**) dla dwóch pierwszych pokosów, zauważymy podobny rozkład a mianowicie:

Parowanie na początku wegetacji . . .	1
Parowanie przed **I-szym** pokosem . . .	5
Parowanie po zbiorze **I-go** pokosu . . .	1
Parowanie przed **II-gim** pokosem . . .	3

Kierunkowość przebiegu zjawiska jest w obu wypadkach jednakowa, możemy przeto powiedzieć, że na wielkość parowania z łąki torfowej po za klimatem wpływa wybitnie faza rozwoju roślinności łąkowej, a więc i jej masa.

Największe potrzeby wodne posiadać będą łąki bezpośrednio przed **I-szym** pokosem (okres kłoszenia) oraz w pewnym czasie po zbiorze **I-go** pokosu (odrost masy). Dostarczona wtedy woda może być w pełni wykorzystana, wobec istnienia w tych okresach pomyślnych warunków klimatycznych, a więc wysokiej temperatury i usłonecznienia.

W ostatecznym wniosku należy stwierdzić, że w opisanych warunkach glebowo-klimatycznych na łąkach torfowych istnieje konieczność uzupełnienia opadów przez nawodnienia w porze krytycznej dla rozwoju roślinności łąkowej.

6. Określenie związku między ilością wyparowanej wody z powierzchni łąki a czynnikami klimatycznemi.

Jak wynika z § poprzedniego nie możemy szukać bezpośredniej zależności między parowaniem z łąki w poszczegól-

nych dekadach a czynnikami klimatycznemi, gdyż wchodzi tu jeszcze w grę komplikujący sprawę czynnik: okres rozwoju roślinności.

Dla przekonania się, czy wyprowadzenie wniosków z bilansów wodnych branych dekadami, w związku z klimatem, jest możliwe i czy czynnik roślinny nie zamaskuje wpływu klimatu, wykonano następujące obliczenie: zestawiono parowania średnie dzienne w dekadzie z wazonu **Nr. 1 z 17** dekad **I-go** pokosu za trzy lata w związku z temperaturą powietrza, niedosytem wilgotności, usłonecznieniem (ilość **godz.**), ciśnieniem atmosferycznem, wiatrem (w **m-sek**) i opadem.

Z zestawienia wyliczono współczynniki korelacji i regresji parowania względem poszczególnych czynników i umieszczono w tablicy **Nr. 14.**

TABLICA 14

Współczynniki korelacji i regresji parowania względem czynników klimatycznych, wg. obserwacyj dekadowych.

Parowanie średnie dzienne w dekadzie mm	Temperatura powietrza C⁰	Niedosyt wilgotn. mm	Usłonecznienie godz. dzien	Ciśnienie atmosferyczne mm	Wiatr m/sek	Opad mm
Współczynnik korelacji	+0,567 ±0,165	+0,518 ±0,78	+0,338 ±0,215	−0,042 ±0,239	−0,044 ±0.238	−0,053 ±0,236
Współczynnik regresji	+0,414	+0,640	+0.248	−0,031	−0,103	−0.047

Jak widać korelacje są naogół słabe, jedynie związek między parowaniem i temperaturą oraz niedosytem jest wyraźniejszy; współczynnik korelacji jest tu około trzech razy większy od swego błędu, a więc prawdopodobieństwo nieistnienia takiej korelacji jest bardzo małe, wg. Załęskiego **(6)** **0,3 na 100.**

Rozbieżności natomiast między wartościami parowania obserwowanemi, a wyliczonemi z równań regresji, względem poszczególnych czynników, są b. duże, co wskazuje na istnie-

nie poza klimatem jeszcze innego czynnika wpływającego na wielkość parowania: tym czynnikiem jest roślinność. Wpływ więc działania czynnika roślinnego zamaskował w tym wypadku działanie klimatu.

Wobec tego, że zmienności parowania w dekadach są znaczne (czynnik roślinny) i parowanie w tym wypadku nie może być ściśle związane z klimatem, zbadajmy jak przedstawia się sprawa, o ile rozpatrzymy średnie parowanie w całym okresie wegetacyjnym i odpowiednie średnie klimatyczne.

W tym wypadku eliminujemy zmienność parowania spowodowaną w poszczególnych dekadach różnemi fazami rozwoju roślin, usuwając wpływ czynnika, który działa na parowanie niezależnie od klimatu (jak wynika z tablicy Nr. 13). W tablicy **Nr. 15** zestawiono średnie dzienne parowanie w okresie wegetacji z wazonu **Nr. 1 i 2** oraz odpowiednie średnie klimatyczne.

TABLICA 15

Parowanie śr. dzienne i czynniki klimatyczne.

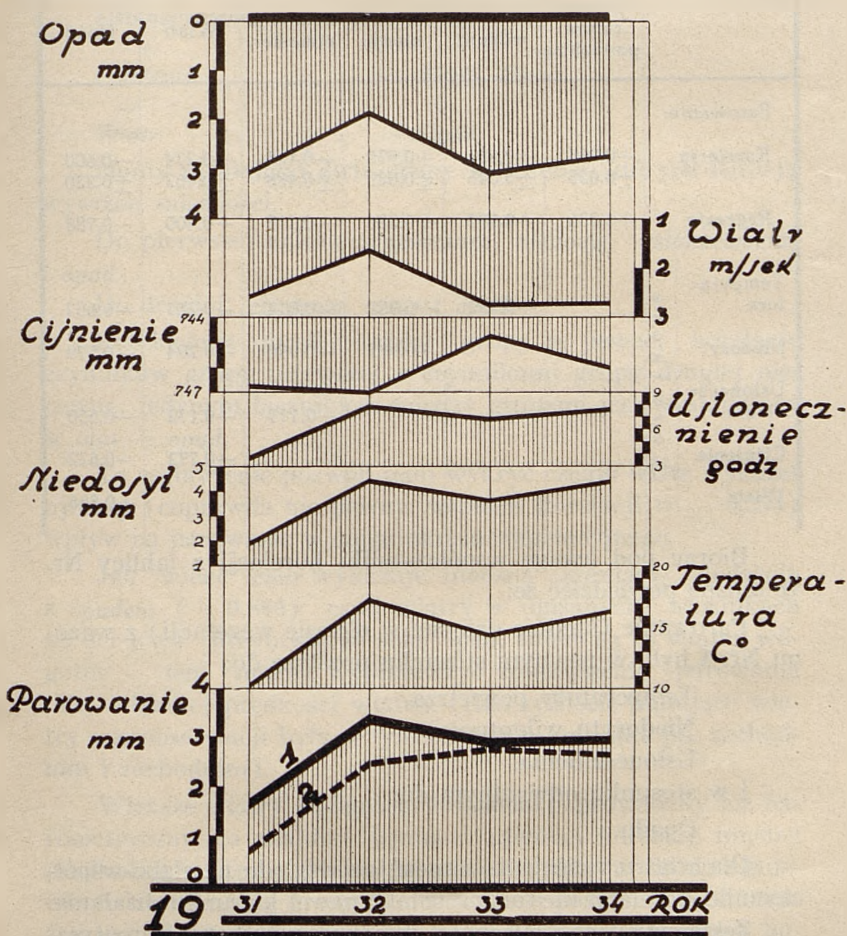
Rok	Parowanie w mm średnie dziennie w okresie wegetacji		Czynniki klimatyczne średnie dziennie w okresie wegetacji					
	Wazon 1 gł. 25 cm	Wazon 2 gł. 35 cm	Temperatura powietrza C⁰	Niedosyt wilgotn. mm	Usłonecznienie godz.	Ciśnienie atmosfer. mm	Wiatr m/sek	Opad mm
1931	1,616	0,670	10.2	1,890	3,70	746,7	2,37	2,991
1932	3.353	2.473	17.1	4,523	7,96	747,0	1,64	1,852
1933	2,000	2,751	14,3	3,640	6,91	744,7	2,75	3,076
1934	2.920	2,659	16,3	4,422	7,61	746,0	2,71	2,741
Średnio	2,697	2,138	14,47	3,619	6,54	746,1	2,37	2,665

Na rys. Nr. 3 przedstawiono graficznie cyfry tablicy Nr. 15.

Na podstawie tablicy **Nr. 15** wyliczono współczynniki korelacji i regresji parowania z wazonu **Nr. 1** względem poszcze-

gólnych czynników, oraz współczynniki korelacji między czynnikami klimatycznemi.

Wyniki zestawiono w tablicy Nr. 16.



Parowanie i Klimat

Rys. Nr. 3.

TABLICA 16

Współczynniki korelacji i regresji, parowania i czynników klimatycznych z 4 lat.

		Temperatura powietrza	Niedosyt wilgotn.	Usłonecznienie	Ciśnienie atmosfer.	Wiatr	Opad
Parowanie:							
Korelacja		+0,965 ±0,035	+0,954 ±0,045	+0,975 ±0,025	—0,155 ±0,488	—0,274 ±0,462	—0,600 ±0,320
Regresja		+0,236	+0,592	+0,386	—0,115	—0,400	—0,788
Temperatura	Korelacje		+0,992	+0,982	—0,014	—0,285	—0,652
Niedosyt	Korelacje			+0,985	—0,090	—0,204	—0,579
Usłonecznienie	Korelacje				—0,177	—0,172	—0,550
Ciśnienie	Korelacje					—0,772	—0,632
Wiatr	Korelacje						+0,866

Biorąc pod uwagę współczynniki korelacji z tablicy **Nr. 16** można powiedzieć że:

Parowanie (średnie dzienne w okresie wegetacji) z wazonu **Nr. 1** było w pewnym stosunku prostym do:

Temperatury powietrza,
Niedosytu wilgotności.
Usłonecznienia.

i w stosunku odwrotnym do:

Opadu.

Dla wiatru i ciśnienia atmosf. ze względu na słabe współczynniki korelacji nie można ustalić nawet kierunku działania.

Zestawmy teraz zależności między czynnikami klimatycznemi:

Oznaczając dodatnią korelacje znakiem +, ujemną znakiem —, ułożymy symboliczne równania wskazujące w jakim kierunku wpływają na dany czynnik inne.

+ + + —
Temperatura powietrza → *Niedosyt, Usłonecznienie, Opad*
+ + —
Niedosyt → *Usłonecznienie, Opad*
+ —
Usłonecznienie → *Opad*
+ — —
Ciśnienie → *Wiatr, Opad*
+ +
Wiatr → *Opad*

Mamy tu niejako dwie grupy w obrębie, których istnieją wyraźne zależności.

Do pierwszej należą *temperatura, niedosyt, usłonecznienie i opad.*

Do drugiej: *ciśnienie, wiatr i opad.*

Korelacje w obrębie każdej grupy są pewne, korelacje czynników grupy pierwszej z czynnikami grupy drugiej niepewne; jedynym łącznikiem między grupami jest występujący w obu — *opad.*

To zestawienie pozwoli nam wykryć czemu **wiatr** wykazał ujemny (coprawda nie pewny, współcz. korelacji = — **0,274**) wpływ na parowanie w ciągu okresu wegetacyjnego.

Jak widać *wiatr* wykazuje znaczną korelację dodatnią z *opadem* (+ **0,866**) czyli wiatry w opisanych warunkach (S a r n y) przynoszą ze sobą opad, zatem są to wiatry wilgotne — tem można wytłumaczyć zmniejszenie parowania przy większej prędkości wiatru. (Rzeczywiście panujące wiatry wg. obserwacji były w tym okresie o kierunku pn. zachodnim i zachodnim).

Większe wiatry (wilgotne, z opadem) sprowadziły niż barometryczny, co znajduje wyraz w ujemnej korelacji między prędkością wiatru a ciśnieniem atmosferycznem. Co do ciśnienia, to nawet na tej drodze wnioskowania pośredniego, nie można ustalić kierunku działania na parowanie, aczkolwiek bowiem z bezpośredniej korelacji między parowaniem i ciśnieniem (kor. bardzo słaba, współczynnik =— **0,155**) wynikałoby zgodnie z danemi literatury, że wzrost ciśnienia obniża parowanie, to jednak rozpatrując związki między ciśnieniem,

a wiatrem czy opadem, doszlibyśmy do wniosku, że w tym wypadku raczej powinno być odwrotnie. Ponieważ naogół ciśnienie wpływa minimalnie na parowanie (wg. przytoczonych rozważań z § 2) przypuszczam, że w granicach dokładności naszych pomiarów ustalenie tego związku nie jest możliwe a jednocześnie i nieistotne dla dalszych rozważań. Musimy zatem tę kwestję zostawić otwartą.

Opierając się na wysokich współczynnikach korelacji między parowaniem średniem dziennem a niektóremi czynnikami klimatycznemi (Tablica **Nr. 16**) zbadajmy zależność między temi wielkościami, posługując się wyliczonemi poprzednio współczynnikami regresji.

a) P a r o w a n i e i t e m p e r a t u r a.

Oznaczając przez x_1 temperaturę, y parowanie — Są to różnice między wartością średnią z szeregu obserwacji a wartością poszczególnej obserwacji, zgodnie z metodą obliczeń statystyki.

otrzymamy:

$$y = + 0{,}236 \, x_1 \qquad \text{(wg: tablicy Nr. 16)}$$

podstawiając zamiast y i x

$$y = 2{,}697 - Y$$

$$x_1 = 14{,}47 - X_1$$

gdzie Y i X_1 są to wartości średnie dzienne parowania w mm i temperatury w C^0

otrzymamy równanie regresji dla parowania i temperatury:

$$Y = 0{,}236 \, X_1 - 0{,}718 \qquad (C)$$

Równanie (C) przedstawia związek między temperaturą średnią dzienną w okresie wegetacji a parowaniem średniem dziennem w wazonie **Nr. 1** (poziom wody **25 cm** od powierzchni) według *4*-**ro** letnich obserwacyj:

Obliczając wielkość parowania z rówania (C) przy obserwowanej średniej temperaturze, otrzymamy następujące liczby (Tablica 17).

TABLICA 17
Parowanie obserwowane i wyliczone z równania regresji.

Rok	Parowanie średnie dzienne w okresie wegetacji, wazon 1, w mm		Różnica mm	% odchylenia w stosunku do wartości obserwowanej
	Obserwowane	Wyliczone		
1931	1,616	1,690	+ 0,074	+ 4,6
1932	3,353	3,317	— 0,036	— 1,1
1933	2,900	2,657	— 0,243	— 8,4
1934	2,920	3,130	+ 0,210	+ 7,2

Maxymalna różnica między wartością wyliczoną a obserwowaną wyniosła 8,4%.

b) P a r o w a n i e i n i e d o s y t.

Analogicznie wyprowadzono równanie regresji dla parowania i niedosytu, które w tym wypadku ma postać:

$$Y = 0{,}592\ X_2 + 0{,}557 \quad (C_1)$$

Y parowanie średnie dzienne w mm w okr. wegetacji
X_2 niedosyt średni dzienny w mm w okr. wegetacji

Podstawiając do równania (C_1) wartości niedosytu obserwowane, wyliczymy parowanie; maxymalne różnice wynoszą w tym wypadku 8,6%.

Podobnie moglibyśmy przedstawić związek między parowaniem a innemi czynnikami, okazało się jednak z obliczeń (nie przytaczam ich tu, nie chcąc zbytnio rozszerzać publikacji) że poza temperaturą i niedosytem, wyraźny związek parowania zachodzi jeszcze tylko z usłonecznieniem (rozbieżność max. 6,6%).

Różnice w wartościach parowania obserwowanych na podstawie związku z ciśnieniem, wiatrem czy opadem są bardzo znaczne, dochodzące do 50%.

Można więc sądzić, że głównie temperatura i niedosyt charakteryzują parowanie z powierzchni pokrytej roślinnością, musimy jednak zgodzić się w tym wypadku na dokładność conajmniej 10%. Odchylenia te pochodzą z działania pozostałych

czynników, których nie uwzględniamy, przyjmując zależność parowania tylko od jednego z nich.

Chcąc dokładniej wyrazić parowanie w funkcji klimatu musimy uwzględnić łącznie wszystkie obserwowane czynniki klimatyczne.

Zakładając formę linjową związku między parowaniem (wazon **Nr. 1**) a klimatem, otrzymamy równanie:

$$y = f(x_n) = a\,x_1 + b\,x_2 + c\,x_3 + d\,x_4 + e\,x_5 + f\,x_6 \qquad (D)$$

gdzie:

y = parowanie
$x_{1,2\dots6}$ = poszczególne czynniki klimatyczne w kolejności tablicy Nr 14 } obserwowane
$a, b \dots f$ = niewiadome współczynniki.

Zaznaczyć trzeba, że wartości y oraz $x_1\ x_2 \dots x_6$ oznaczać będą tutaj różnice między wartością średnią z szeregu obserwacji (w tym wypadku z czterech okresów wegetacji), a wartością poszczególnej obserwacji (1 okres weget.). Przyjęto takie znakowanie zgodne z metodami statystyki, celem ułatwienia rachunku.

Równań typu (D) otrzymamy cztery dla czterech okresów wegetacji, niewiadomemi będą współczynniki przy odpowiednich wartościach klimatu danych z obserwacji. Aby obliczyć niewiadome $a, b, \dots f$ zastosujemy metodę najmniejszych kwadratów.

Chcemy aby suma kwadratów odchyleń była minimum czyli:

$$\sum [y - f(x_n)]^2 = \text{minimum} \qquad (E)$$

Znajdujemy kolejno cząstkowe pochodne wyrażenia (E) względem poszczególnych niewiadomych $a, b, \dots f$, przyczem zamiast pochodnej sumy możemy wziąć sumę pochodnych.

Odpowiednie sumy pochodnych będą równały się zeru (warunek extremum)

$$\sum \frac{\partial [y - f(x_n)]^2}{\partial a} = 0$$

$$\sum \frac{\partial [y - f(x_n)]^2}{\partial b} = 0$$

. . . . (F)

. . . .

. . . .

$$\sum \frac{\partial [y - f(x_n)]^2}{\partial f} = 0$$

Łatwo przekonać się, że drugie pochodne cząstkowe będą tutaj większe od zera, czyli zachodzi żądany warunek minimum wyrażenia (E).

Po przeliczeniu sumy kwadratów pochodnych otrzymamy sześć równań typu:

$$a \Sigma x_1 x_n + b \Sigma x_2 x_n + c \Sigma x_3 x_n + d \Sigma x_4 x_n + e \Sigma x_5 x_n + + f \Sigma x_6 x_n - \Sigma y x_n = 0 \qquad (G)$$

gdzie n równe jest kolejno 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Tworząc odpowiednie sumy iloczynów $x x_n$ i podstawiając do równań (G) otrzymamy sześć równań linjowych z sześcioma niewiadomemi $a, b, c, d, e\ f$.

Po rozwiązaniu:

$$a = -1{,}3802$$

$$b = +3{,}0532$$

$$c = +0{,}6663$$

$$d = +0{,}0445$$

$$e = -1{.}3788$$

$$f = +0{,}5547$$

Podstawiając obliczone w ten sposób współczynniki do pierwotnego równania (D) mamy zależność parowania od klimatu w postaci równania:

y (parowanie w mm) =

$-$ 1,3802 x_1 (temp. C⁰) + 3,0532 x_2 (niedosyt mm) +

+ 0,6663 x_3 (usłoneczn. godz.) + 0,0445 x_4 (ciśnienie mm) + (*H*)

$-$ 1,3788 x_5 (wiatr m/sek.) + 0,5547 x_6 (opad mm).

Równanie (*H*) przedstawia związek między klimatem a parowaniem średniem dziennem w okresie wegetacji czteroletniej dla wazonu **Nr. 1** (Łąka torfowa, poziom wody gruntowej **25 cm** od powierzchni) przyczem jak wyżej zaznaczono odpowiednie x_1 x_2 ... x_6 i y będą to różnice między wartościami średniemi dziennemi z czterech okresów, a wartością średnią dzienną w poszczególnym okresie.

Podstawiając do równania (*H*) obserwowane wartości czynników klimatycznych obliczymy odpowiednie wartości parowania, które wraz z parowaniem faktycznie zaobserwowanem, zestawiono w tablicy **Nr. 18.**

TABLICA 18

Rok	Parowanie średnie dziennie obserwacji mm	Parowanie wyliczone z równania (*H*) mm	Odchyłka względem wartości obserwowanej	
			mm	%
1931	1.616	1.624	+ 0.008	+ 0.5
1932	3.353	3.365	+ 0,012	+ 0.4
1933	2.900	2.881	— 0.019	— 0.7
1934	2.920	2.900	— 0.020	— 0.7

Zgodność wartości wyliczonych na podstawie równania (*H*) z wartościami obserwowanemi jest bardzo wielka, różnice wyrażają się ułamkiem procentu. Równanie więc (*H*) uwzględniające wszystkie czynniki klimatyczne, pomimo przyjęcia najprostszej formy (zależność linjowa) wiąże w zadawalniający sposób parowanie z klimatem (w danym czteroletnim okresie).

W równaniu (*H*) uderzają znaki przy współczynnikach

odpowiadających: **temperaturze, ciśnieniu i opadowi;** znaki te są odwrotne niż wyprowadzone poprzednio znaki współczynników regresji (tablica 16) dla parowania względem wymienionych poszczególnych czynników klimatycznych.

Trzeba zaznaczyć jednak, że równanie (*H*) (rozpatrywane samodzielnie) przedstawia związek czysto formalny (matematyczny) między parowaniem w danym okresie a klimatem. Zjawiskowo zmian znaków przy współczynnikach (czyli zmiany kierunku działania różnych czynników na parowanie przy rozpatrywaniu zespołu klimatu) w danym wypadku zupełnie pewnie objaśnić nie można. Przypuszczam, że jest to wynikiem związków, zachodzących między czynnikami klimatycznemi, przyczem przewaga jednego z nich mogła spowodować zmianę kierunku działania innych, jeśli rozpatrujemy je zespołowo. Przy zachowaniu np. niedosytu, usłonecznienia i t. d. bez zmian, w pewnym szeregu obserwacji, podniesienie temperatury podniesie niewątpliwie parowanie. Ponieważ jednak temperatura i inne czynniki nie występują niezależnie, więc w sumie w wymienionych warunkach klimatycznych, temperatura mogła nie podnieść parowania (ujemny znak przy współczynniku, równanie (*H*)), gdyż równoległe do niej czynniki inne miały większy wpływ, co odbiło się na znaku związanej z niemi temperatury.

Ażeby wykryć istotę rzeczy i usunąć te wątpliwości należałoby zastosować metodę wyliczenia zależności wielorakiej (Youle, 5). Trzebaby więc ustawić jeszcze 6 równań linjowych, wiążących czynniki klimatyczne między sobą, a więc według typu równania (*D*):

Temperatura = *F (niedosyt. usłonecznienie . . . opad)*
Niedosyt = *F (temperatura, usłonecznienie , . opad)*
. . . .
. . . .
Opad = *F (temperatura, niedosyt, usłoneczn. . . .*

Po obliczeniu współczynników wg. metody najmniejszych kwadratów, należałoby przeprowadzić dyskusję tego układu łącznie z równaniem (*H*). Dopiero wtedy możnaby

dojść do objaśnienia zjawiskowego i ustalenia wpływu poszczególnych czynników klimatycznych na parowanie.

Nie zastosowałem tego skomplikowanego aparatu statystycznego w publikacji niniejszej (pomijając już znaczne trudności rachunkowe), gdyż metoda taka byłaby racjonalna w wypadku posiadania dużego materjału obserwacyjnego. Skomplikowane metody statystyki, zastosowane do niewielkiej liczby obserwacyj, mogłyby doprowadzić do wysnucia błędnych wniosków.

Gwoli ścisłości przytaczam równanie typu (*D*) obliczone dla parowania wazonu Nr. 1 w dekadach (17 dekad I-go pokosu, okres trzyletni)

$$y = -0{,}0460\, x_1 + 1{,}3505\, x_2 + 0{,}2198\, x_3 - 0{,}5539\, x_4 - 0{,}1736\, x_5 + 0{,}3106\, x_6 \quad (I)$$

Oznaczenia jak w równaniu (*H*).

Aczkolwiek, jak już nadmienialiśmy, zmienność parowania w dekadach (czynnik roślinny) nie pozwala na wyprowadzenie ścisłego związku między parowaniem z powierzchni łąki a klimatem, to jednak zauważymy, że znaki współczynników przy odpowiednich czynnikach klimatycznych w równaniu (*H* i *I*) są takie same (wyj. stanowi ciśnienie). Kierunek zatem działania klimatu, zarówno przy rozpatrywaniu danych dekadowych, jak i średnich z okresu wegetacyjnego jest tu taki sam.

Wnioski.

Reasumując przeprowadzone rozważania oparte na czteroletnich doświadczeniach wazonowych można stwierdzić, że:

1. Odległość zwierciadła wody gruntowej od powierzchni łąki warunkuje skład botaniczny porostu. Obniżenie zwierciadła wody z **25 cm** na **35 cm** (o **10 cm**) podniosło zawartość traw szlachetnych z 22,6% na 35,4% czyli około o 13%.

2. Odległość wody gruntowej od powierzchni łąki warunkuje parowanie i przyrost masy roślinnej; przy tych samych warunkach klimatycznych wazon o poziomie wody **25 cm** wyparował i wyprodukował w okresie trzyletnim o bli-

sko 13% więcej niż wazon o poziomie wody 35 **cm** od powierzchni.

3. Z ilością wyparowanej wody (w danym wazonie) rośnie masa roślinna zielona i sucha, a odwrotnie większa masa powoduje większe parowanie.

4. Zużycie wody na **1 gr.** masy (w tym samym wazonie) jest mniejsze przy większem parowaniu, czyli przy większem parowaniu ekonomiczniejsze jest wyzyskanie wody.

5. Na wyprodukowanie **1 gr.** suchej masy siana zużyło się w badanym okresie średnio **633 gr.** wody; wyliczone na tej podstawie potrzeby wodne łąki naturalnej odpowiadać będą około **500 mm** opadu; w klimacie badanym opad wynoszący w okresie wegetacji około **300 mm** jest, przy uwzględnieniu strat na odpływ, niewystarczający dla łąk.

6. Rozkład opadów nie idzie zazwyczaj w parze z rozkładem potrzeb wodnych łąki; stosunek zapotrzebowania jak **1 : 5** (na początku wegetacji i w okresie kłoszenia się traw) wskazuje na konieczność nawadniania łąk w okresach krytycznych dla rozwoju traw.

7. Czynniki klimatyczne warunkujące parowanie z powierzchni łąki, występują jako zespół; charakteryzowanie parowania przez jeden z nich nie jest ścisłe.

8. Z powodu zmienności parowania łąki w poszczególnych fazach rozwoju roślinności, badania nad parowaniem powinny mieć charakter ciągły; porównywanie parowania jakichkolwiek zespołów roślinnych musi obejmować cały okres wegetacji a nie może opierać się na pewnej liczbie oderwanych obserwacyj, wykonanych nawet w jednym czasie na dwóch badanych zespołach.

W zakończeniu miło mi jest złożyć na tem miejscu podziękowanie P. Doc. S. Bacowi i P. Doc. B. Świętochowskiemu za przejrzenie niniejszej pracy i szereg udzielonych cennych wskazówek.

Literatura.

1. Helbig M. „Die Verdunstung des Wassers aus dem Boden" (Handbuch der Bodenlehre, Band VI, Berlin 1930).

2. Skotnicki Cz. „Nauka meljoracji" (Lwów, Warszawa 1925).

3. Szymkiewicz D. „Jak należy charakteryzować wilgotność klimatu?" (Kraków 1925).

4. Szymkiewicz D. „Badania ekologiczne" (Kosmos, zeszyt I—IV, 1932, Lwów).

5. Yule Udny G. „Wstęp do teorji statystyki" (Warszawa 1921).

6. Załęski E. „Metodyka doświadczeń rolniczych" (Lwów, 1927).

Zusammenfassung.

Auf Grundlage vierjähriger Erfahrungen über die Verdunstung aus einer Moorwiesenfläche (Gefäsversuche) stellte der Verfasser folgendes fest:

1. Die botanische Zusammensetzung des Bestandes der Moorwiese steht im Zusammenhange mit dem Grundwasserabstande. Das Abfallen des Grundwasserstandes von 25 cm bis 35 cm (um 10 cm) erhöht die Menge de Edelgräser von 22.6% bis 35.4% (um 13%).

2. Die Verdunstung und der Zuwachs der Pflanzenmasse steht im Zusemmenhang mit dem Grundwasserabstande. In denselben klimatischen Bedingungen verdunstete und erzeugte das Gefäss mit Grundwasserabstand 25 cm (in der dreijährigen Periode) um 13% mehr, als das Gefäss mit Grundwasserabstand 35 cm.

3. Mit der Menge des verdunsteten Wassers (in einzelnen Gefässen) erhöht sich die grüne und trockene Pflanzenmasse. Eine grössere Masse veranlasst eine grössere Verdunstung.

4. Der Wasserverbrauch zur Produktion einer jeden Pflanzenmasse (in einzelnen Gefässen) ist geringer, wenn die Verdunstung grösser ist. Wenn also die Verdunstung gross ist, ist der Verbrauch des Wassers ökonomischer.

5. Zur Produktion eines jeden Grammes lufttrockener Masse (Heu) benötigte man während der Versuchsperiode 633 g Wasser. In diesen Bedingungen ist das Wasserbedürfnis der Moorwiese gleich einer Regenmenge von 500 mm Höhe.

Im gegebenen Klima sind die Niederschläge von 300 mm für die volle Entwickelung der Wiese ungenügend.

6. Die Verteilung der Niederschläge hält gewöhnlich der Verteilung der Wasserbedürfnisse der Wiese nicht Schritt. Das Verhältnis des Wasserbedürfnisses 1 : 5 (am Anfang der Vegetationsperiode und während der Aehrenperiode) zeigt, dass in der für die Entwickelung der Gräser kritischen Periode die Bewässerung der Moorwiese nötig ist.

7. Die klimatischen Faktoren, die Einfluss auf die Verdunstung haben, kommen als Komplex vor. Die Charakterisierung der Verdenstung durch die einzelnen klimatischen Faktoren ist ungenau.

8. Da die Verdunstung der Moorwiese ungleichmässig ist (in einzelnen Phasen der Pflanzenentwickelung) müssen die Verdunstungsversuche dauernd geführt werden. Vergleiche über die Verdunstung verschiedener Pflanzenbestände müssen die ganze Vegetationsperiode umfassen. Vergleiche über die Verdunstungsverhältnisse verschiedener Pflanzenbestände bei einzelnen Beobachtungen, wenn sie selbst in derselben Zeigt ausgeführt sind, sind ungenau.

W. Tymrakiewicz.

Typy florystyczne dzikich sian nad Lwą.

(Die floristischen Heu-Typen der natürlichen Wiesen am Lwa-Flüsse im östlichen Polesie).

Z Wszechnicy J. K. we Lwowie.

(Wpłynęło w maju 1936 r.).

W poczuciu ważności bliższej oceny stosunków ilościowych w zespołach roślin torfowiskowych dla celów systematyki torfowisk poleskich i poznania ich wartości rolniczej, zebrałem w miesiącach letnich 1933 r. około 150 próbek siana z torfowisk różnych typów florystycznych, występujących na terenie powiatu Kowelskiego, Łuckiego, Kostopolskiego, Sarneńskiego i Stolińskiego — celem przeprowadzenia wagowych analiz botanicznych. Próbki te zebrałem, opracowując na południ.-wschodniem Polesiu mapę typów torfowych dla Biura Projektu Meljoracji Polesia. W niniejszej publikacji przytaczam wyniki analiz sian pochodzących z torfowisk i mad nad Lwą, w powiecie Sarneńskim.

Zebranie bogatych materjałów florystycznych i torfowiskowych na określonym obszarze Polesia umożliwiły pomoce lokomocyjne i finansowe udzielane mi chętnie przez Pana Inż. I. Wewiórskiego, Dyrektora Biura Projektu Meljoracji Polesia, i Pana Inż. K. Cisło, Kierownika tegoż Biura, oraz Pana Prof. S. Kulczyńskiego, którym składam na tem miejscu serdeczne podziękowanie. Również dziękuję Panu Inż. J. Michalskiemu za towarzystwo i pomoc przy zbieraniu próbek sian nad Lwą, oraz Panu Adj. Dr. Bronisławowi Szafranowi za sprawdzenie moich oznaczeń torfowców.

METODA.

Próbki sian z torfowisk koszonych nad Lwą zebrałem w pierwszych dniach listopada 1933 r. Z powodu spóźnionej pory pobrałem je z kopic stojących na torfowiskach, w miejscach ich pochodzenia, co stwierdzałem, analizując doraźnie skład florystyczny siana w kopicy i porównując go z żywemi resztkami roślin, które pozostały na wykoszonem torfowisku. Próbki sian brałem tylko z takich kopic, które stały pośrodku szerokich postaci torfowiskowych, o jednolitym poroście florystycznym, aby wykluczyć pobranie próbek sian mięszanych, pochodzących z torfowisk różnych typów florystycznych.

Siana zebrałem w stanie suchym i niezatęchłym. Zebrane próbki sian, opakowane papierem, pozostawały w miejscu suchem i przewiewnem aż do czasu przeprowadzenia analiz botanicznych: 1. IV — 30. VI. 1934 r. Analizy przeprowadziłem na próbkach sian, wagi 400 gr, metodą segregacji i ważenia poszczególnych gatunków roślin, wchodzących w ich skład. Udziały procentowe roślin w tych sianach, zestawione są w tablicach 1 — . Wyróżnione zostały typy czyste sian, w których znajduje się tylko jeden gatunek dominujący, oraz typy mięszane sian, w których pod względem ilościowym wybija się więcej gatunków roślin. Listy gatunków roślin torfowiskowych, zawartych w tablicach, obejmują rośliny dające się kosić. Brak w nich natomiast roślin torfotwórczych, drobnych i niskich, które nie podpadają pod ostrze kosy. One znajdą się w osobnych publikacjach, traktujących szczegółowo o florze, stratygrafji i biologji tych torfowisk. Notatki o czasie koszenia, ilości plonu i wartości pastewnej sian zebrałem u miejscowej ludności. Na określenie łąki torfowiskowej użyłem miejscowej nazwy „hało", wprowadzonej już do botanicznej literatury polskiej przez znakomitego badacza Polesia Prof. Józefa Paczoskiego[1]). Nazwy polskie roślin występujących w sianie za-

---

[1]) J. Paczoski: O formacjach roślinnych i pochodzeniu flory poleskiej. Pam. Fizj. T XVI, Warszawa 1900 r.; — Flora Polesija i prilegajuszczych miestnostiej. Trudy I. S. Pietierb. Obszcz. Jest. T. XXX 1900, Cz. III.

czerpnąłem z klucza „Rośliny polskie”[2]). Dołączoną mapę hał kośnych nad Lwą nakreśliłem na podstawie mapy typów torfowych wschodniego Polesia, którą, w części położonej na wschód od rzeki Styr, opracowałem samodzielnie, z ramienia Biura Projektu Meljoracji Polesia w latach 1929 — 1934 r.

Zestawienie typów sian.

Na podstawie wyników analiz wagowych wyróżniłem następujące typy florystyczne sian:

1. typ z *Carex lasiocarpa*
2. „ z *Eriophorum polystachyum*
3. „ z *Rhynchospora alba*
4. „ z *Carex lepidocarpa*
5. typ z *Calamagrostis lanceolata*
6. „ z *Carex Goodenoughii*
7. „ z *Carex vesicaria*
8. „ z *Carex gracilis.*

1. Typ sian z turzycą nitkowatą (Carex lasiocarpa).

Typ sian o przewadze turzycy nitkowatej zawiera szereg odmian, które zasługują na osobne omówienie.

Próbka I (tab. 1) przedstawia siano z bezleśnych torfowisk z **Carex lasiocarpa,** rozwijających się w wydmowych terenach Polesia, w bezodpływowych basenach wód gruntowych, zwanych przez ludność Polesia „bagno czyste” lub „czysta tuża”. W skład tego siana, obok turzycy nitkowatej, zwanej w miejscowym języku „kruhlak”, wchodzi zawsze częściowo turzyca zaostrzona (**Carex gracilis**) oraz sit rozpierzchły (**Juncus effusus**).

Z powodu wysokiego poziomu wody w torfowiskach tego typu, zbiór siana możliwy jest tylko na brzeżnych partjach torfowiska, a w latach suchych również i w partjach środkowych. Ze względu na lichą wartość siana i długotrwałe zatopienie, śródwydmowe torfowiska z **Carex lasiocarpa** koszone są tylko w tych okolicach Polesia, w których głód paszy dla bydła jest duży.

---

[2]) Dr. W. Szafer, Dr. S. Kulczyński, Dr. B. Pawłowski: Rośliny polskie, Lwów — Warszawa 1924 r.

Zanalizowana próbko siana, zebrana została na śródwydmowem torfowisku, koło uroczyska „Podkruh", na zachód od Jelna.

Próbka II (tab. 1). przedstawia siana zbierane w jałowych, przywydmowych zakolach torfowisk dolinnych oraz na większych okrajkach bórbagien[3]). Z powodu braku powierzchniowego ruchu wody, torfowiska te, podobnie jak śródwydmowe torfowiska z **Carex lasiocarpa,** mają charakter florystyczny skrajnie chudy i kwaśny. Na ich powierzchni występują gęsto rozsiane, wysokie, kępy torfowcowe, budowane głównie przez **Sphagnum medium,** oraz **Sphagnum papillosum.** Między kępami żyje **Sphagnum Dusenii, Sphagnum recurvum i Sphagnum cuspidatum.** Na kępach torfowcowych utrzymuje się marny, karłowaty las sosnowo-brzozowy (**Pinnis silvestris i Betula pubescens**).

Siana koszone na hałach tych torfowisk są bardzo małowartościowe. Ogromną przewagę nad nielicznemi innemi gatunkami posiada w nich turzyca nitkowata (**Carex lasiocarpa**). W małym procencie występuje wełnianka wąskolistna (**Eriophorum polystachyum**), przygiełka biała (**Rhynchospora alba**) i nieliczne inne rośliny, w drobnych ilościach.

Z powodu kępiastości okrajków bórbagien i torfowisk dolinnych, w zakolach przywydmowych, zbiory sian spotyka się na nich rzadziej.

Próbka siana zebrana została na południowym okrajku bórbagna „Syra Pohonia", na północ od Jelna.

Próbka III (tab. 1) przedstawia jedną z licznych odmian sian typu **Carex lasiocarpa,** koszonych na rozległych hałach torfowcowych torfowisk dolinnych, zalegających w starorze-

---

[3]) Na określenie t. zw. torfowisk „wyżynnych", „wysokich" (Hochmoore) używam trafnej miejscowej nazwy „bórbagno". Bórbagnem nazywają Poleszucy torfowiska porośnięte sosną karłowatą (**Pinus silvestris**) i bagnem **Ledum palustre**) Bórbagno, jako pojęcie botaniczne i szersze, jest stosowniejszą nazwą dla torfowisk tego typu, ponieważ nie wszystkie bórbagna są wysokie, ani też nie zawsze występują one na wyżynach. Naprzykład, bórbagna poleskie są przeważnie płaskie i występują zarówno w dolinach (zakola doliny Horynia) jak i na wyżynach wydmowych.

TABLICA 1.

Typ siana z turzycą nitkowatą *(Carex lasiocarpa)*
Tab. 1. *Carex lasiocarpa* — Heutypus.

Numer próbki siania. Heuprobe — Nummer.	I	II	III	IV	V	VI	VII
	%	%	%	%	%	%	%
Carex lasiocarpa Ehrh.	67.00	88.149	55.320	44.685	49.990	33.925	27.000
Carex graclis Curt.	15.02	0.035	4.310	18.500	9.440	1,260	18.485
Carex rostrata Stok.	—	0.520	5.600	2.625	—	4.700	0.200
Carex chordorrhiza Ehrh.	—	—	0.900	0.720	—	3.725	0.100
Carex canescens L.	—	—	0.600	0.150	—	7.410	7.085
Carex limosa L.	0.17	0.420	0.230	0.145	0.118	—	—
Carex Goodenoughii Gay.	0.30	—	—	—	—	—	—
Carex lepidocarpa Tausch.	—	—	—	0.035	—	—	—
Carex vesicaria L.	—	—	—	—	—	—	0.010
Eriophorum polystachyum L.	5.00	3.610	25.800	14.000	9.850	23.800	3.940
Agrostis canina L.	0.45	0.015	2.820	2.245	9.360	3.560	3.375
Calamagrostis lanceolata Roth.	0.78	—	0.300	3.270	5.178	6.135	14.460
Glyceria aquatica Wahlb.	0.25	—	—	—	—	0.810	0.025
Molinia coerulea Mnch.	1.65	—	—	—	—	—	—
Phalaris arundinacea L.	—	—	—	—	—	—	13.755
Sparganium minimum Fr.	0.08	—	—	—	—	—	—
Sparganium simplex Huds.	—	—	0.100	—	—	—	—
Phragmites communis Trin.	—	0.200	—	5.480	10.173	—	1.560
Equisetum limosum L.	—	—	0.020	0.380	0.039	0.125	0.025
Aspidium thelypteris (L.) Sw.	—	—	—	—	1.700	—	0.850

Lysimachia vulgaris L.	0.52	0.008	1.000	0.335	0.955	1.081	2.450
Lysimachia thyrsiflora L.	0.20	0.010	0.260	0.240	0.236	0.925	0.835
Pencedanum palustre Mich.	—	0.010	0.420	0.090	0.648	—	0.055
Comarum palustre L.	—	—	0.100	1.400	0.177	0.225	0.040
Galium palustre L.	—	—	0.450	—	0.365	0.180	0.020
Lythrum salicaria L.	—	—	0.370	2.100	—	—	0.800
Menyanthes trifoliata L.	—	—	—	0.355	0.448	—	0.375
Ranunculus flammula L.	—	—	—	0.030	—	0.050	0.065
Juncus effusus L.	6.70	—	—	—	—	7.785	3.015
Mentha aquatica L.	—	—	—	0.600	—	0.700	—
Veronica scutellata L.	—	—	0.820	—	—	2.725	—
Scheuchzeria palustris L.	—	—	—	0.260	0.189	—	—
Oxycoccos quadripetala Gilib.	—	0.386	—	—	—	—	—
Andromeda polifolia L.	—	1.730	—	—	—	—	—
Lycopus europaeus L.	—	—	—	—	0.071	—	—
Scutellaria galericulata L.	—	—	—	—	0.660	—	—
Ranunculus linqua L.	—	—	—	—	0.106	—	—
Stellaria palustris Ehrh.	—	—	—	—	—	0.150	—
Iris pseudoacorus L.	—	—	—	—	—	—	0.700
Stachys palustris L.	—	—	—	—	—	—	0.050
Rhynchospora alba Vahl.	—	3.370	—	—	—	—	—
Salix repens L.	—	0.004	0.580	—	0.165	—	—
Salix Lapponum L.	—	0.035	—	—	—	—	—
Pinus silvestris L.	0.15	—	—	—	—	—	—
Betula verrucosa Ehrh.	0.07	—	—	—	—	—	0.275
Betula pubescens Ehrh.	—	0.396	—	—	—	—	—
Pedicularis palustris L.	—	—	—	0.030	—	—	—
Quercus robur L.	—	—	—	—	—	0.235	—
Sphagna.	1.64	1.106	—	2.325	0.133	0.490	—



Ryc. 1. Hała z Carex lasiocarpa zalane wodami powodziowemi. Widok z ur. Gnójno w stronę ur. Chorozbyt. Listopad 1933 r. fot. Inż. Jerzy Michalski.

Fig. 1. **Carex lasiocarpa** — Torfwiese zwischen den Sanddünen Gnójno und Chorozbyt am Lwa-Flusse. Die Wiese ist mit fliesendem Hochwasser überschwemmt. November 1933.

czu Słucza[4]) w okolicy Jelna. Hała te porośnięte są przez torfowce nietworzące wysokich kęp, z powodu częstych zalewów płynących wód powodziowych, które wylewają się z ciasnego koryta Lwy na torfowiska i płyną na północ w stronę Jezior i Perebrodów (ryc. 1). Na torfowiskach tych nie ma sosny, ani **Sphagnum medium,** gdyż rośliny te nieznoszą zalania i lubią podłoże bardziej kwaśne. Występują natomiast na tych torfowiskach rośliny, o charakterze mezotroficznym i więcej alkalicznym. Z torfowców, budujących niskie i szerokie kępy, bardzo rozpowszechnione jest **Sphagnum subbicolor,** częstem jest również **Sphagnum papillosum** oraz b. liczne są torfowce międzykępowe: **Sphagnum recurvum, Sphagnum obtusum,** a na torfowiskach o silniejszym drenażu wodnym, bardziej żyznych, występuje również licznie **Sphagnum subsecundum.** W miejscach niekoszonych torfowiska te porasta las prawie wyłącznie złożony z brzozy omszonej (**Betula pubescens**).

W sianie, obok dominującej turzycy nitkowatej (**Carex lasiocarpa**) wybija się wełnianka wąskolistna (**Eriophorum polystachyum**). Dość licznie występuje turzyca zaostrzona (**Carex gracilis**), turzyca dzióbkowata (**Carex rostrata**), a z traw mietlica wąskoliściowa (**Agrotis canina**).

Próbka siana zebrana została na uroczysku „Niedźwiedź", przy kanale odwadniającym, na wschód od futorów „Gnójno", k. Jelna.

Próbka IV (tab. 1) pochodzi z hała na uroczysku „Roztoki". Zebrana została nad kanałem, który łączy przerwane koryto Lwy, wskutek procesów zatorfienia na odcinku ur. „Tuchów" — ur. „Obra" (ryc. 3).

Z powodu częstych wylewów wód zatkanej Lwy, które znamulają mszystą nawierzchnię hał, siano z Roztok zawiera, oprócz składników charakterystycznych dla nizinnych torfowisk budowanych przez torfowce, duży procent roślin bagiennych, jak trzcina pospolita (**Phragmites communis**), turzyca

---

4) Starorzecze to odkryłem, oraz stwierdziłem stratygraficznie i topograficznie z lecie 1931 r., w czasie opracowywania mapy typów torfowych między Horyniem i Stwigą.

zaostrzona (**Carex gracilis**) i inne. Dominuje w niem jednak turzyca nitkowata (**Carex lasiocarpa**) i w dużym procencie występuje wełnianka wąskolistna (**Eriophorum polystachyum**). Daje to wyraz silnej mszystości tych hał.

Próbka V (tab. 1.) pochodzi z hała torfowiskowego między ur. Sieliszcze i ur. Gnójno. Zebrana została na linji ruchliwszego przepływu wód powodziowych, przelewających się z południa od Lwy na północny zachód w stronę Jezior.

Siano z tego hała, oprócz dominującej turzycy nitkowatej (**Carex lasiocarpa**) budują następujące gatunki, występujące w wyższym procencie: wełnianka wąskolistna (**Eriophorum polystachyum**), turzyca zaostrzona (**Carex gracilis**) i trawy takie, jak mietlica wąskolściowa (**Agrostis canina**) i trzcinnik lancetowaty (**Calamagrostis lanceolata**). Występowanie w sianie torfowiskowym większych procentów traw oraz roślin madowych (**Lycopus europaeus, Ranunculus linqua i. i.**) świadczy o większem znamuleniu torfowiska i o większych walorach odżywczych tego siana.

Próbka VI (tab. 1.) siana wzięta jest z hała, położonego na torfowisku „Trosne", na północ od Tuchowa. Torfowisko to zachowało swoje cechy naturalne w budowie nawierzchni, dzięki oddaleniu od osiedli ludzkich. Mało znamulane, oraz rzadko koszone wykazuje stosunki florystyczne naturalne. Buduje je **Sphagnum subbicolor, Sph. papilosum, Sphagnum recurvum i Sphagnum obtusum,** oraz porasta luźny las brzozowy (**Betula pubescens**).

W sianie, oprócz dominującej turzycy nitkowatej (**Carex lasiocarpa**), oraz wełnianki wąskolistnej (**Eriophorum polystachyum**) i situ rozpierzchłego (**Juncus effusus**), również silnie jest reprezentowana turzyca dzióbkowata (**Carex rostrata**) i turzyca strunowa (**Carex chordorrhiza**). Znaczna ilość traw torfowiskowych (**Agrostis canina, Calamagrostis lanceolata**) zdradza zmineralizowanie torfowego podłoża pod żywą powłoką torfowców.

Próbka VII (tab. 1) zebrana została koło Tuchowa, nad Lwą, z pasa kontaktowego torfowcowego hała kośnego i bezmszystego, madowego hała rzecznego z **Carex vesicaria.**

W sianie obok dominującej turzycy nitkowatej (**Carex lasiocarpa**) w wysokim procencie znajduje się turzyca zaostrzona (**Carex gracilis**), mozga trzcinowa (**Phalaris arundinacea**), trzcinnik lancetowaty (**Calamagrostis lanceolata**) i turzyca siwa (**Carex canescens**). W mniejszym procencie wagowym występuje wełnianka wąskolistna (**Eriophorum polystachyum**), mietlica wąskolišciowa (**Agrostis canina**), sit rozpierzchły (**Juncus effusus**) i inne.

Obecność mozgi, dużej ilości trzcinnika i mietlicy podnosi wartość odżywczą tego siana kwaśnego. Nadto trawy te świadczą o silnem znamuleniu hał torfowcowych w sąsiedztwie rozlewnej Lwy.

Typ sian z wełnianką wąskolistną (Eriophorum polystachyum)

Pod typ siana z wełnianką wąskolistną (**Eriophorum polystachyum**) podciągnięte są siana torfowiskowe, w których składnikiem dominującym jest ta roślina (tab. 2). W sianach tego typu, oprócz wełnianki, wybija się ilościowo również turzyca nitkowata (**Carex lasiocarpa**), oraz często turzyca siwa (**Carex canescens**). Znaczną domieszkę stanowi w nich także turzyca strunowa (**Carex chordorrhiza**), turzyca dzióbkowata (**Carex rostrata**) i turzyca bagienna (**Carex limosa**). Zawierają one również stosunkowo duży procent wagowy traw torfowiskowych: mietlica wąskolišciowa (**Agrostis canina**) i trzcinnik lancetowaty (**Calamagrostis lanceolata**). Silnie reprezentowane są: Siedmiopalecznik błotny (**Comarum palustre**), skrzyp bagienny (**Equisetum limosum**) i tojeść bukietowa, oraz pospolita (**Lysimachia thyrsiflora i Lysimachia vulgaris**).

Siana typu wełnianki wąskolistnej są koszone na hałach torfowisk nizinnych, zamszonych zwykle przez **Sphagnum subsecundum i Polytrichum commune.** Mszyste te torfowiska wykazują florę zmienioną, wskutek dłuższego koszenia i częściowego osuszenia.

T A B L I C A 2.

Typ siana z wełnianką wąskolistną (*Eriophorum polystachyum).*

Tab. 2. *Eriophorum polistachyum* — Heutypus.

Numer próbki siana. *Heuprobe-Nummer*	VIII	XI	X	XI
	%	%	%	%
Eriophorum polystachyum L.	51.950	30.110	24 440	60.560
Carex lasiocarpa Ehrh.	27.910	26.650	11.845	0 362
Carex canescens L.	—	0.970	21.890	0.350
Carex chordorrhiza Ehrh.	4.070	1.650	2.200	2.300
Carex rostrata Stok.	3.720	0.250	2.550	—
Carex limosa L.	0.200	1.050	1.600	—
Carex gracilis Curt.	—	1.375	—	—
Carex lepidocarpa Tausch.	—	0.180	—	—
Agrostis conina L.	2.600	3 000	5.400	10.530
Calamagrostis lanceolata Roth.	3.000	9.580	6.085	3.650
Glyceria aquatica Wahlb.	—	—	0.050	—
Comarum palustre L.	0 500	6.640	2.180	11.440
Lysimachia thyrsiflora L.	1.100	2.110	1.900	0.850
Lysimachia vulgaris L.	09.80	1.335	0.450	1.871
Galium palustre L.	0.670	0.025	—	0.137
Equisetum limosum L.	0.880	2.210	1.500	1.755
Peucedanum palustre Mich.	—	1.350	—	3.140
Menyanthes trifoliata L.	—	0.050	12.860	—
Lycopus europaus L.	1.920	0.405	—	—
Veronica scutellata L.	0.020	—	—	—
Mentha aquatica L.	—	—	—	0.025
Scheuchzeria palustris L.	—	—	0.080	—
Ranunculus linqua L.	0.100	—	—	—
Fanunculus flammula L.	0.020	—	—	—
Salix repens L.	—	—	—	0.470
Salix myrtilloides L.	—	0.175	—	—
Salix cinerca L.	—	8.000	0.500	—
Pinus silvestris L.	—	0.840	—	—
Betula pubecens Ehrh.	—	0 200	—	0.060
Betula verrucosa Ehrh.	—	0.820	—	—
Andromeda polifolia L.	—	0 275	—	—
Palytrichum commune L.	—	0.060	—	—
Sphlagna.	0.360	1.510	3.100	2.000
Detrytus roślinny.	—	—	1.500	—

Próbki sian typu wełnianki wąskolistnej (tab. 2) zostały zebrane z hał następujących:

VIII próbka z uroczyska „Krupnickie” w zakolu torfowiska dolinnego, położonego w obrębie wyspy pieszczystej Gnójno, na zachód od Jelna.

IX próbka z przywydmowego zakola torfowiska dolinnego, między traktem Karpiłówka — Klesów i jeziorem Somino.

X próbka z półn.-wschodniej części dolinnego torfowiska „Żur”, na południe od wypspy „Olesiec”, n. Lwą.

XI próbka wzięta została z hała, położonego wśród łukowatej wydmy „Hrada” koło Tuchowa n. Lwą.

Typ siana z przygiełką białą (Rhynchospora alba).

Typ siana z przygiełką białą jest ciekawy pod względem swego składu florystycznego, jak również pod względem swego występowania na Polesiu. Siana tego typu spotykałem tylko w bardzo jałowych terenach wydmowych na Polesiu wschodniem.

Siana z przygiełką białą występują bądź w odmianie czystej, t.j. z przewagą ilościową tej rośliny nad wszystkiemi innemi składnikami siana (tab. 3. XII), bądź też w odmianie mięszanej, t. j. z dużemi równoważnemi ilościami innych roślin, jak trzęślica jednokolankowa (**Molinia coerulea**) i wełnianka wąskolistna — **Eriophorum polystachyum** (tab. 3. XIII). W jednej i drugiej odmianie siano to zawiera dużo kruchych szczątków skrzypu bagiennego (**Equisetum limosum**), duży procent turzycy nitkowatej (**Carex lasiocarpa**) i trzciny pospolitej (**Phragmites communis**).

Siana typu przygiełki koszone są na kwaśnych hałach o silnie zmineralizowanej nawierzchni torfowiskowej, wskutek obsuszenia. W porach bezdeszczowych torfowiska te są suche, dzięki czemu powierzchniowe warstwy torfu ulegają rozkładowi, co sprzyja rozwojowi przygiełki białej i trzęślicy jednokolankowej t. j. roślin, które w wydmowych terenach Polesia żyją również na przytorfowiskowych, kwaśnych glebach humusowych.

Przesuszone te torfowiska porośnięte są gęsto przez **Sphagnum papillosum.** Również b. charakterystyczna jest dla nich duża ilość fiołka błotnego **(Viola palustris L.)** i pięciornika kurzyślada **(Potentilla silvestris Neck).**

T A B L I C A 3.

Typ siana z przygiełką białą (*Rhynchospora alba*).
Tab. 3. *Rhynchospora alba*—Heutypus.

Numer próbki siana. — Heuprobe-Nummer	XII	XIII
	[illegible]	[illegible]
Rhynchospora alba Vahl.	71.870	28.800
Molinia coerulea Mnch.	1.200	21.925
Agrostis canina L	1.430	0.700
Phragmites communis Trin.	5.250	—
Nardus stricta L.	—	0.150
Carex lepidocarpa Tansch.	0.325	23.455
Carex lasiocarpa Ehrh.	8.350	3.797
Carex limosa L.	0.255	—
Carex rostrata Stok.	—	1.470
Carex canescens L.	0.225	—
Carex panicea L.	—	1.020
Eriophorum polystachyum L.	3.680	13.220
Equisetum limosum L.	2.420	1.520
Lysimachia vulgaris L.	0.190	1.350
Lysimachia thyrsiflora L.	0.535	0.050
Scheuchzeria palustris L.	1.360	—
Lycopus europaeus L.	0.140	—
Andromeda polifolia L.	0.140	—
Ranunculus flammula L.	—	0.580
Mentha aquatica L.	—	0.380
Alnus glutinosa Gaertn.	0.370	—
Viola palustris L.	+	+
Carex chordorrhiza Ehrh.	+	—
Calamagrostis lanceolata Roth.	+	—
Sphagnum.	2.230	0.400

Próbki siana zostały zebrane koło Klesowa na hale suchem (tab. 3 XIII), oraz na hale bardziej mokrem, koło wsi Fedorówka (tab. 3. XII).

Typ siana z turzycą łuszczkowatą (Carex lepidocarpa).

W sianie tego typu składnikiem dominującym jest turzyca łuszczkowata (**Carex lepidocarpa**) — tab. 4. XIV. Wysoki udział procentowy posiada w niem także trzęślica jednokołankowa (**Molinia coerulea**) i wełnianka wąskolistna (**Eriophorum polystachyum**). Pozatem siano typu turzycy łuszczkowatej posiada uchwytniejszy procent przygiełki białej (**Rhynchospora alba**), oraz turzycy prosowatej (**Carex panicea**) i pięciornika kurzyślada (**Potentilla silvestris**).

T A B L I C A 4.

Typ siana z turzycą łuszczkowatą (*Carex lepidocarpa*).
Tab. 4. *Carex lepidocarpa* — Heutypus.

Numer próbki siana. — Heuprobe-Nummer	XIV
	%
Carex lepidocarpa Tausch.	54.620
Carex panicea L.	1.515
Carex lasiocarpa Ehrh.	0.750
Molinia coerulea Mnch.	27.090
Agrostis canina L.	0.050
Eriophorum polystachyum L.	10.000
Rhynchospora alba Vahl.	3.470
Potentilla silvestris Nectr.	1.545
Viola palustris L.	0.250
Scutellaria galericulata L.	0.180
Peucedanum palustre Mich.	0.110
Ranunculus flammula L.	0.120
Lysimachia vulgaris L.	0.150
Mentha aquatica L.	+
Sphagna.	0.150

TABLICA 5.

Typ siana z trzcinnikiem lancetowatym. *Calamagrostis lanceolata.*
Tab. 5. *Calamagrostis lanceolata* — Heutypus.

Numer próbki siana. — Heuprobe-Nummer	XV	XVI
	%	%
Calamagrostis lanceolata Roth.	26.74	21.45
Agrostis canina L.	14.00	13.13
Phragmites communis Trin.	12.22	3.90
Aira caespitosa L.	—	11.00
Glyceria aquatica Wahlb.	2.72	—
Carex lasiocarpa Ehrh.	17.51	19.43
Carex rostrata Stok.	1.15	4.65
Carex canescens L.	0.57	15 61
Carex vesicaria L.	5.16	—
Carex gracilis Curt.	3.81	—
Carex limosa L.	—	0.67
Carex chordorrhiza Ehrh.	—	1.55
Eriophorum polystachyum L.	3.00	4.500
Equisetum limosum L.	3.80	0.20
Galium palustre L.	4.10	1.17
Veronica scutellata L.	0.20	0.73
Ranunculus flammula L.	1.40	0.60
Lysimachia vulgaris L.	1.58	0.12
Lysimachia thyrsiflora L.	0.96	0.20
Juncus effusus L.	0.36	—
Caltha palustris L.	0.60	—
Trifolium repens L.	0.08	
Comarum palustre L.		0.10
Menyanthes trifoliata L.		0.10
Lycopus europaeus L.		0.40
Betula verrucosa Ehrh.		0.37
Myosotis palustris (L.) Lam.		+
Sphagna.		0.12

Siano typu turzycy łuszczkowatej zbliżone jest swoim składem florystycznym do siana typu przygiełki białej (**Rhynchospora alba**) — (porównaj z tab. 3. XIII). Kosi się także na torfowiskach dolinnych o podobnych własnościach ekologicznych i glebowych. Hała z turzycą łuszczkowatą są zamszone głównie przez **Sphagnum papillosum.** Występują one w obrębie hał z przygiełką białą, w przykanałowych partjach torfowisk, wysoko ponad poziom wody wyniesionych, które w porach suchych zbyt silnie wysychają.

Próbkę siana zebrano przy kanale odwadniającym Teodorówka — Somino, na północ od traktu Karpiłówka — Klesów.

Typ siana z trzcinnikiem lancetowatym (Calamagrostis lanceolata) i mietlicą wąskolisciową (Agrostis canina).

Siana trawiaste (tab. 5. XV, XVI) o dominacji trzcinnika lancetowatego[5]) (**Calamagrostis lanceolata**), mietlicy wąskolisciowej (**Agrostis canina**) i o dużym procencie trzciny wodnej (**Phragmites communis**) lub śmiałka darniowego (**Aira caespitosa**), stanowią odmianę kwaśnych sian typu turzycy nitkowatej (**Carex lasiocarpa**). Oprócz turzycy nitkowatej zwykle w tych sianach występuje bardzo licznie turzyca siwa (**Carex canescens**), a w mniejszych ilościach turzyca dzióbkowata (**Carex rostrata**) i turzyca pęcherzykowata (**Carex vesicaria**).

Siana tego typu koszą się w przybrzeżnych partjach hał torfowisk nizinnych, budowanych przez **Sphagna** i w ich międzywydmowych przesmykach torfowiskowych. W miejscach tych płytko storfiałe namuły mineralne protegują rozwój traw i innych mniej kwaśnych roślin torfowiskowych.

Próbki sian do analiz wagowych zebrane zostały na torfowiskach, znajdujących się na południe od jeziora Somino, przy trakcie Karpiłówka — Klesów.

---

[5]) W miejscowym języku ta roślina nosi nazwę „tonkonoha".

T A B L I C A 6.

Typ siana z turzycą pospolitą. *(Carex Goodenoughii)*
Tab. 6. *Carex Goodenoughii* — Heutypus.

Numer próbki siana. Heuprobe-Nummer	XVII
	%
Carex Goodenoughii Gay.	46.20
Carex panicea L.	15.18
Aira caespitosa L.	10.95
Festuca rubra L.	5.50
Carex vesicaria L.	2.50
Glyceria aquatica Wahlb.	1.60
Rumex acetosa L.	1.75
Rumex acetosella L.	1.50
Trifolium repens L.	2.40
Viola palustris L.	1.65
Lysimachia vulgaris L.	0.70
Poa palustris L.	0.90
Climatium dendroides Web. et Mohr.	0.70
Ranunculus acer L.	0.65
Ranunculus repens L.	0.60
Achillea millefolium L.	0.65
Leontodon autumnalis L.	0.53
Alectorolophus mator Rchb.	0.50
Ranunculus flammula L.	0.50
Potentilla silvestris Neck.	0.45
Mentha aquatica L.	0.30
Juncus effusus L.	0.40
Nardus stricta L.	0.23
Agrostis canina L.	0.45
Calamagrostis neglecta (Ehrh.) P. B.	0.50
Cerastium caespitosum Gilib.	0.55
Galium palustre L.	0.09
Galium uliginosum L.	0.07
Equisetum limosum L.	0.20
Stellaria palustris Ehrh.	0.05
Iris pseudoacorus L.	0.04
Caltha palustris L.	0.03
Lusula multiflora (Ehrh.) Lej.	0.02
Hieriatium umbellatum L.	0.01
Lychnis flos cuculi L.	0.01
Alisma plantago L.	0.02
Myosotis palustris (L.) Lam.	0.02
Detrytus roślinny.	1.60

TABLICA 7.

Typ siana z turzycą pęcherzykowatą. (*Carex vesicaria*)
Tab. 7. *Carex vesicaria* — Heutypus.

Numer próbki siana. Heuprobe-Nummer	XVIII	XIX
	%	%
Carex vesicaria L.	55.225	70.14
Carex gracilis Curt.	—	1.02
Carex limosa L.	—	0.22
Carex rostrata Stok.	0.760	0.62
Carex canescens L.	—	5.24
Carex lasiocarpa Ehrh.	0 085	5.52
Calamagrostis lanceolata Roth.	3.990	2.42
Agrostis canina L.	3.200	1.02
Glyceria aquatica Wahlb.	3.075	0.46
Phragmites communis Trin.	2.625	—
Equisetum limosum L.	0.050	0.12
Eriophorum polystachyum L.	0.210	—
Galium palustre L.	15.250	6.86
Ranunculus flammula L.	3.875	1.17
Ranunculus lingua L.	0.060	—
Veronica scutellata L.	2,410	0.85
Mentha aquatica L.	0.060	1.45
Stellaria palustris Ehrh.	0.635	0.22
Caltha palustris L.	0.100	0.28
Lysimachia vulgaris L.	0.950	0.54
Lysimachia thyrsiflora L.	1.225	0.22
Lythrum salicaria L.	1.175	—
Menyanthes trifoliata L.	2.115	—
Stachys palustris L.	2.375	—
Polygonum amphibium L.	0.340	—
Sium latifolium L.	0.210	—
Comarum palustre L.	—	0.47
Lycopus europaeus L.	—	0.07
Scutallaria galerieulata L.	—	1,00
Trifolium repens L.	—	0,02
Salix cinerea L.	—	0.07

Typ siana z turzycą pospolitą (Carex Goodenoughii) i z turzycą prosowatą (Carex panicea).

Siano typu turzycy pospolitej (**Carex Goodenoughii**) i turzycy prosowatej (**Carex panicea**) przedstawia jedną z nielicznych, lepszych pasz naturalnych na Polesiu (tab. 6. XVII). Oprócz tych turzyc siano to zawiera duży procent traw (**Aira caespitosa, Festuca rubra, Poa palustris** i i.), koniczyny rozesłanej (**Trifolium repens**) i innych roślin madowych. W terenach gliniastych Polesia siana tego typu zbiera się na podmokłych glebach mineralnych, otaczających torfowiska nizinne i na wilgotnych niestorfiałych madach rzecznych. W terenach natomiast wydmowych Polesia siana te występują jedynie na



Ryc. 2. Hała z **Carex vesicaria** koło Tuchowa, zalane powodziowemi wodami Lwy. Listopad 1933 r. fot. Inż. Jerzy Michalski.

Fig. 2. **Carex vesicaria** — Muddenwiese bei Tuchow am Lwa-Flusse mit Hochwasser völlig überschwemmt. November 1933.

madach rzecznych w miejscach wyżej położonych, niestorfiałych.

Siano z turzycą pospolitą i turzycą prosowatą w języku miejscowym nazywa się siano „hrudowe", a łąki madowe noszą nazwę „hrudy".

Zanalizowana próbka siana pochodzi z „hrudowej" łąki nad Lwą, koło Tomaszgrodu.

Typ siana z turzycą pęcherzykowatą (Carex vesicaria).

W tablicy 7. (XVIII i XIX) zestawiono dwie próbki sian typu turzycy pęcherzykowatej (**Carex vesicaria**)), które są koszone na mokrych, madowych, hałach bezmszystych nad Lwą, koło Tuchowa.

Próbka XVIII (tab. 7) przedstawia typowy skład florystyczny sian przyrzecznych z mokrych mad Lwy. W dominującej ilości występuje w niem turzyca pęcherzykowata (**Carex vesicaria**), dużo znajduje się traw (**Calamagrostis lanceolata, Agrostis canina** i i.), wiele jaskru (**Ranunculus Flammula** i **Ranunculus linqua**) i innych madowych roślin, a zwłaszcza silnie jest reprezentowana przytulia błotna (**Galium palustre**).

Próbka XIX (tab. 7), zebrana w brzeżnej części hała madowego koło Tuchowa, posiada oprócz roślin madowych (**Carex vesicaria, Ranunculus** i i.) duży procent kwaśnych roślin torfowych, jak turzyca siwa (**Carex canescens**), turzyca nitkowata (**Carex lasiocarpa**) i inne.

Łąki z turzycą pęcherzykowatą nad Lwą występują na madach przyrzecznych, niżej położonych, które w porach powodziowych-wiosennych i deszczowych — są silnie znamulane przez rozlane wody płynące (ryc. 2), a które w miesiącach suchych zatrzymują w sobie znaczną ilość wilgoci.

Typ siana z turzycą zaostrzoną (Carex gracilis).

Próbka siana typu turzycy zaostrzonej **Carex gracilis**)[7])

---

[6]) Turzycę pęcherzykowatą nazywają Polsezucy „rezucha".
[7]) Przez miejscowych Poleszuków nazywana „osoka".

zebrana została z hała koło uroczyska „Chorożbyt", na południ.-wschód od wsi Jeziory.

W sianie tem (tab. 8. XX) dominuje turzyca zaostrzona (**Carex gracilis**). W dużej ilości znajduje się mietlica wąsko-

TABLICA 8.

Typ siana z turzycą zaostrzoną (*Carex gracilis*).
Tab. 8. *Carex gracilis* — Heutypus.

Numer próbki siana. — Heuprobe-Nummer	XX
	%
Carex gracilis Curt.	68.830
Carex lasiocarpa Ehrh.	1,940
Agrostis canina L.	12.135
Phragmites communis Trin.	0.278
Equisetum limosum L.	0.120
Juncus effusus L.	5.190
Eriophorum polystachyum L.	5.480
Scirpus eupalustris Lindb.	0.085
Ranunculus lingua L.	0.926
Ranunculus flammula L.	0.005
Sparganium simplex Huds.	0.140
Lysimachia vulgaris L.	0.450
Comarum palustre L.	1.234
Galium palustre L.	0.926
Veronica scutellata L.	1.826
Menyanthes trifoliata L.	0.005
Stachys palustris L.	0.410
Salix cinerea L.	0.006

liściowa (**Agrostis canina**), oraz inne rośliny o charakterze madowym. Ponieważ torfowisko to opanowały torfowce (**Sphagna**), występuje w tem sianie również znaczny procent turzycy nitkowatej (**Carex lasiocarpa**) i wełnianki wąskolistnej (**Eriophorum polystachyum**), których brak w sianie tego typu z hał niezamszonych. Na hałach niezamszonych turzyca zaostrzona (**Carex gracilis**) osiąga około 90% suchej masy siana.

Magnocariceta (hała) z **Carex gracilis** znajdują się nad Lwą między wsią Jeziory, Wieżyce, Stare Sioło, Perechodzicze i Budymla. Występują również wzdłuż kanałów odwadniających na torfowiskach odmiennych typów. Przedstawiają one naturalne stawiska wód powodziowych. Łatwe są do rozpoznania dzięki swojej kępiastości. Kępy te buduje, ze swych korzeni i kłączy, turzyca zaostrzona (**Carex gracilis**).

Uwagi o wartości pastewnej sian nad Lwą i ich występowaniu na Polesiu.

Kwaśne siana opisanych typów są normalną paszą codzienną bydła rogatego i koni poleskich nietylko nad Lwą ale na całem wydmowem Polesiu wschodniem — zarówno na południe od Prypeci jak i na północ od niej. Z wyjątkiem nielicznych lepszych sian madowych, przedstawiają one najgorsze z pośród naturalnych pasz występujących w Polsce. O lichej wartości odżywczej tych sian świadczy bezmleczność bydła rogatego w tych wydmowych częściach Polesia. Maksymalna ilość mleka od świeżo ocielonej krowy normalnie nie przekracza 3 l. na dzień. Bydło rogate na Polesiu konsumuje te siana głównie dla celów użyźnienia głodnych, piaszczystych, gleb wydmowych. Lepsze siana madowe typu turzycy pospolitej (**Carex Goodenoughii**) i turzycy prosowatej (**Carex panicea**), oraz typu turzycy pęcherzykowatej (**Carex vesicaria**) rozpowszechnione na madach silniejszych i słabo zatorfionych rzek poleskich (Prypeć, Słucz, Horyń, Styr i in.), nad Lwą występują stosunkowo w nikłych ilościach (ryc. 3).

Do najbardziej rozpowszechnionych sian n. Lwą należą siana torfowiskowe i bagienne — typu turzycy nitkowatej (**Carex lasiocarpa**) i typu turzycy zaostrzonej (**Carex gracilis**) (patrz ryc. 3)[8]).

Kierując się składem botanicznym sian i opinią miejscowej ludności, wyróżniam wśród przedstawionych typów siana dobre, gorsze i najgorsze.

Do stosunkowo dobrych sian należą siana madowe typu turzycy pospolitej (**Carex Goodenoughii**), typu turzycy pęcherzykowatej (**Carex vesicaria**) i siana trawiaste typu trzcinnika lancetowatego (**Calamagrostis lanceolata**).

Do stosunkowo gorszych sian należą siana typu turzycy zaostrzonej (**Carex gracilis**), siana mięszane typu turzycy nitkowatej (**Carex lasiocarpa**), o nie dużym procencie tej turzycy, oraz siana typu wełnianki wąskolistnej (**Eriophorum polystachyum**).

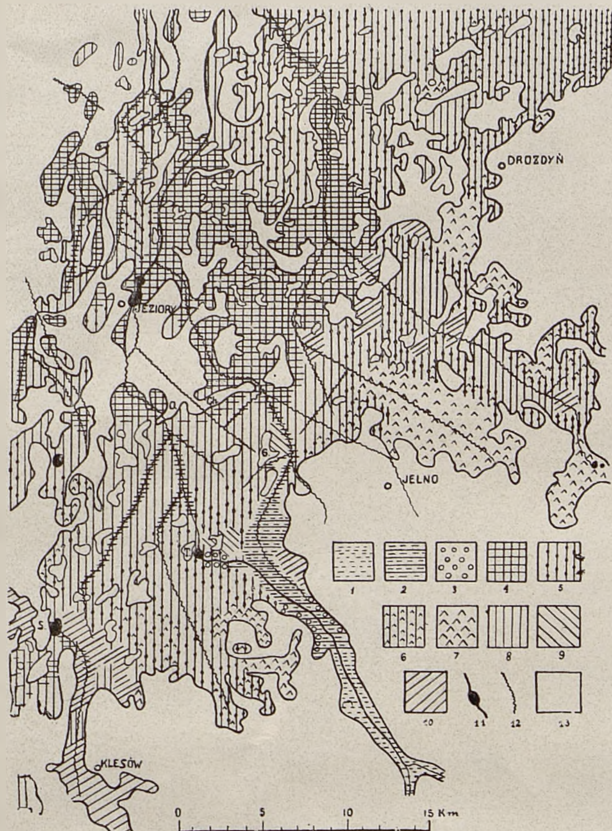
Do najgorszych sian są zaliczane na Polesiu siana o bardzo wysokim procencie turzycy nitkowatej, następnie siana z przygiełką białą (**Rhynchospora alba**) i siana z turzycą łuszczkowatą (**Carex lepidocarpa**), które posiadają dużą domieszkę trującej trzęślicy jednokolankowej (**Molinia coerulea**). Wartość siana z przygiełką białą zmniejszona jest przez głownię, opadającą jej kwiaty.

Uwagi o zbiorach sian nad Lwa i o ilości plonu.

Zbiory sian nad Lwą uzależnione są nietylko od „pogody” w czasie sprzętu siana, ale również od naturalnych właściwości hydrologicznych hał. Na hałach torfowiskowych i madowych, których nawierzchnia nie ulega zalewom, względnie na których zalewy powodziowe są krótkotrwałe, siana koszone są normalnie w drugiej połowie czerwca i z początkiem lipca. Na hałach zatopionych, z braku naturalnych i sztucznych spadów wody, siana koszone są w czasie silniejszej depresji wód zatapiających, zwykle w późniejszych miesiącach letnich i jesiennych,

---

[8]) Dołączoną mapę przerysował Mgr. Edward Marczek, za co mu dziękuję.



Ryc. 3. Mapa typów torfowych i większych hał kośnych na Lwą. 1. Łąki „hrubowe" z **Carex Goodenoughii** (mady suche); — 2. Hała z **Carex vesicaria** (mady wilgotne); — 3. Olszyna; — 4. Hała z **Carex gracilis** (magnocaricetum z **Carex gracilis**); — 5. Torfowiska brzozowe, budow. przez torfowce; — 6. Torfowiska sosnowo - brzozowe, budow. przez torfowce; — 7. Bórbagna; — 8. Hala z **Carex lasiocarpa** (torfowiska brzozowe); — 9. Hała z **Eriophorum polystachyum** (torfowiska brzozowe); — 10. Hała z **Rhynchospora alba, Carex lepidocarpa i Molinia coerulea** (torfowiska brzozowe); — 11. Jezioro i rzeka. — 12 Kanał odwadniający. — 13. Wydmy piaszczyste. — S. Jez. Somino. — T. Tuchów. — O. Ur. Obza. — G. Ur. Gnójno. — Ch. Ur. Chorozbyt.

Fig. 3. Karte der Mooren u. der grösseren Heuwiesen am Lwa-Flusse. 1. **Carex Goodenoughii** — Heuwiese (trockene Flussmudden). — 2. **Carex vesicaria** — Heuwiese (feuchte Flussmudden). — 3. Erlenbruch. — 4. **Carex gracilis** — Heuwiese (Magnocaricetum). — 5. **Betula pubescens** — **Sphagnum** — Niederungsmoor. — 6. Bewaldetes (**Pinus silvestris-** u. **Betula pubescens**) — Übergangsmoor. — 7. „Hochmoor". — 8. **Carex lasiocarpa** — Heuwiese. — 9. **Eriophorum polystachyum** — Heuwiese. — 10. **Rhynchospora alba, Carex lepidocarpa** — u. **Molinia coerulea** — Heuwiesen. — 11. See u. Fluss. — 12. Entwasserungskanal. — 13. Sanddüne. — T. Tuchow — Sanddüne. — O. Obza — Sanddüne. — G. Gnojno — Sanddüne. — Ch. Chorozbyt — Sanddüne.

a w latach mokrych zbiór siana na nich wogóle nie jest możliwy. Do najbardziej mokrych hał nad Lwą należą hała z turzycą zaostrzoną **(Carex gracilis)** oraz hała na śródwydmowych torfowiskach, o dominacji turzycy nitkowatej **(Carex lasiocarpa),** t. zw. „czyste łuże". Siana na nich koszone są suszone na wyspach względnie na brzegach mineralnych tych torfowisk. Również utrudnione są zbiory sian na hałach przylegających do Lwy, oraz na hałach zalegających na głównych drogach jej wód powodziowych, z powodu długotrwałych zastoisk wodnych. Na wszystkich hałach kośnych nad Lwą pokosy sian są tylko jednorazowe.



Ryc. 4. Stogi siana na podwyższeniach, chroniących przed zalewem wód powodziowych. — Olmany n. Lwą, w sierpniu 1932 r. Fot. Prof. W. Bętkowski.

Fig. 4. Das Heu wird, um es vor Hochwasser zu schützen, auf Gestellen unterbracht. — Olmany a. Lwa in August 1932.

Siano zgromadzone na specjalnych podwyższeniach z gałęzi pozostaje na torfowiskach aż do pory zimowej.

Według danych zebranych u miejscowej ludności przybli-

żony plon z 1 hektara pod względem wagowym i objętościowym przedstawia się następująco:

Typ z Carex Goodenoughii — fur zimowych 3.5 — 20 q.

Typ z Carex vesicaria — fur zimowych 5 — 19.5 q,

Typ z Carex lasiocarpa — fur zimowych 3 — 16.8 q.

Typ z Eriophorum polystachyum — fur zimowych 2.5 — 15.5 q.

Typ z Carex gracilis — fur zimowych 2 — 9 q.

Typ z Rhychospora alba — fur zimowych 1.5 do 2 — 7 do 8 q.

Cena najbardziej rozpowszechnionego siana typu turzycy nitkowatej (**Carex lasiocarpa**) wynosiła w r. 1933 około 12 — 15 zł. za furę (około 6.5 q).

LITERATURA.

1. Stebler F. G. und Schröter C. Beiträge zur Kenntnis der Matten und Weiden der Schweiz. I. Methode und Zweck der Untersuchungen der Matten und Weiden der Schweiz. Bern 1887. X. Versuch einer Übersicht über die Wiesentypen der Schweiz. Tamże.

2. Weber C. A. Wiesen und Weiden in den Weichselmarschen. Berlin 1909. — 3. Spann I. Alpwirtschaft, Freising 1932.

3. W. Swederski i Br. Szafran. Typy florystyczne połonin w Karpatach wschodnich (Alpwiesentypen der Ostkarpaten). Puławy 1931.

4. J. Tomaszewski. Gleby błotne Polesia, Materjały do poznania gleb polskich, tom IV, Puławy 1935.

5. Inż. J. Pruchnik. Wissenschaftliche Untersuchungen im Zusammenhang mit der Bearbeitung eines Entwässerungsplans der Sümpfe von Polesie in Polen. „Verhandlungen der sechsten Kommission der Internationalen Gesellschaft". Groningen (Holland), 1932. (Brześć n. Bugiem).

6. Biuro Meljoracji Polesia, Postępy prac przy Meljoracji Polesia. Brześć n. Bugiem 1933.

7. J. Prof. E. Załęski, Metodyka doświadczeń rolniczych, Lwów 1927.

Zusammenfassung.

Der Verfaser schildert die floristische Zusammensetzung der Heutypen der Mähwiesen auf den mooslosen Flussmudden und den Sphagnum-Mooren in den sandigen Gebieten von Ost-Polesie. Die Heuproben zur botanischen Analyse wurden im Herbst 1933 in den überschwemmten Gebieten am Fluss Lwa bei Gelegenheit der Bearbeitung der Torfmoor-Karte für das Bureau des Meliorationsprojekts von Polesie gesammelt.

Die Heuproben wurden vom Verfasser auf floristische Zusammensetzung untersucht und gefundene Pflanzenarten gewogen. Die gefundenen Gewichten der Pflanzenarten in jedem Heutypus, auf % überrechnet, sind in Tabellen 1—8 zusammengestellt. Die Heutypen sind nach der dominierenden Pflanzenart benannt.

1. **Carex lasiocarpa** — Heutypus (Tab. 1).
2. **Eriophorum polystachyum** — Heutypus (Tab. 2).
3. **Rhynchospora alba** — Heutypus (Tab. 3).
4. **Carex lepidocarpa** — Heutypus (Tab. 4).
5. **Calamagrostis lanceolata** — Heutypus (Tab. 5).
6. **Carex Goodenoughii** — Heutypus (Tab. 6).
7. **Carex vesicaria** — Heutypus (Tab. 7).
8. **Carex gracilis** — Heutypus (Tab. 8).

Die Probe I und II stellt uns das Heu von Carex lasiocarpa-Typus (Tab. 1) aus sehr mageren und sauren Torfwiesen auf Übergangsmooren dar. Diese Torfmoore sind auf sandigen Wasserscheidegebieten verbreitet und entwickeln sich in den stehenden Grundgewässern. Sie sind waldlos oder mit kümmerlichem Kiefer-Birkenwalde bewachsen. Die waldlosen Übergangsmoore sind mit Grundgewässern hoch überschwemmt, in denen sich **Sphagnum cuspidatum entwickelt.** Die mit Wald bedeckten Übergangsmoore sind weniger wasserreich. Die **Sphagna** bilden hier, entweder über die Gewässer hervorragende Bulten **(Sphagnum medium u. Sph. papillosum),** oder sie leben im Wasser versenkt **(Sphagnum recurvum, Sph. Dusenii u. Sph. cuspidatum).**

Die anderen Heuproben (Tab. 1, III—VII) von **Carex lasiocarpa** — und die Proben von **Eriophorum polystachyum —** Typus (Tab. 2 VIII—XI) wurden auf **Sphagnum-Mooren** in den Tälern gemäht. Diese sind wegen der überfliessenden Saison-Hochgewässern (Fig. 1) fruchtbarer. Sie werden von **Betula pubescens** bewaldet, die sich auf den Bulten von **Sphagnum centrale** und **Sph. papillosum** entwickelt. Zwischen den Bulten leben im Wasser: **Sphagnum obtusum, Sph. recurvum** und **Sph. subsecundum.** Die letzte Art findet man auf den waldlosen und seit längerer Zeit gemähten **(Sphagnum-Niederungs**mooren.

Die **Rhynchospora alba** — und **Carex lepidocarpa — Heutypen**, gewöhnlich mit **Molinia coerulea** reichlich gemischt (Tab. 3 u. Tab. 4), werden auch auf **Sphagnum** — Niederungsmooren geerntet. Diese Moore sind wegen der Entwässerungskanäle durchtrocknet. Die Oberfläche dieser Moore ist gewöhnlich vom **Sphagnum papillosum** dicht bedeckt.

Der **Calamagrostis lanceolata** — Heutypus (Tab. 5) wird auf den Rändern der **Sphagnum** — reichen Niederungsmoore, auf flachvertorften Mineralböden, geerntet.

Der **Carex** — Goodenoughii (Tab. 6) wie auch der **Carex** vesicaria — Heutypus (Tab. 7) werden in Polesie auf den mooslosen Muddenwiesen gesammelt, welche während der Hochgewässer mit Flusswasser überschwemmt werden (Fig. 2), und während der trockenen Sommern fast austrocknen.

Der **Carex gracilis** — Heutypus (Tab. 8) stammt von den Magnocariceten, welche sich in den Tälern, in ständig stehenden Gewässern, ausbilden. Diese Moore sind durch die hohen **Carex** — Bulten, zwischen denen **Sphagnum mundatum, Sph. platyphyllum, Sph. crassicladum, Sph. obtusum und Utricularia intermedia** vor kommen, gekennzeichnet. Auf den Carex— Bulten wachsen **Sphagnum subsecundum** und **Sph. contortum.**

Die Karte (Fig. 3) stellt uns die Verbreitung der beschriebenen Moorheuwiesen am Lwa-Flusse vor.

Als gutes Heu werden in Polesie die Carex Goodenoughii-Carex vesicaria — und Calamagrostis lanceolata — Heutypen betrachtet. Als minderwertiges betrachtet man hier das Heu von **Carex gracilis — Carex lasiocarpa —** und **Eriophorum polystachyum** — Typen. Als wertlos betrachtet man in Polesie das **Rhynchospora alba —** und das **Carex lepidocarpa** — Heu, die zuviel **Molinia coerulea** enthalten.

Der Heuertrag der wichtigsten Mähwiesen auf den **Sphagnum** — Mooren und Muddenwiesen in Polesie beträgt im Durchschmitte: **Carex lasiocarpa** — Heu ca 16.8 q pro 1 ha; **Eriophorum polystachyum** — Heu ca 15.5 q pro 1 ha; **Carex Goodenoughii** — Heu ca 20 q pro 1 ha; **Carex vesicaria** — Heu ca 19.5 q pro 1 ha, und **Carex gracilis** — Heu ca 9 q pro 1 ha.

Aus dem Institut für Systematik und Morphologie der Pflanzen der J. K. Uniwersität in Lwów.

Inż. Jerzy Ostromęcki

O niektórych związkach funkcjonalnych między fizykalnemi własnościami torfu i torfowiska.

I. Uwagi wstępne.

W nauce meljoracyj rolnych, jako części wiedzy technicznej i przyrodniczej, opieramy się na wielu naukach pomocniczych, czerpiąc z nich kryterja dla racjonalnego stosowania zabiegów technicznych, których ostatecznym celem jest podniesienie produkcji rolniczej.

Jeśli chodzi o meljoracje gruntów mineralnych, te pomocnicze metody i badania szeroko są rozbudowane. I tak naprzykład w zakresie hydrologji wód gruntowych i gleboznawstwa jest wiele metod, opartych na teoretycznych czy praktycznych podstawach, pozwalających określić, ważne dla projektowania urządzeń meljoracyjnych, fizykalne własności środowiska jak: skład mechaniczny, przepuszczalność, kapilarność, pojemność wodną i powietrzną i szereg innych.

Skromniej natomiast przedstawia się sprawa w nauce o meljoracji torfowisk, stanowiących przecież kategorję zupełnie od gruntów mineralnych odmienną. Meljoracje torfowisk nie wydzielone jeszcze w osobną gałąź wiedzy, nie mają dotychczas sformułowanych kryterjów naukowych, na których mogłyby oprzeć racjonalne stosowanie techniki, posługiwanie się zaś metodami analogicznemi jak dla gruntów mineralnych jest tu niesłuszne a czasem wręcz niemożliwe.

Weźmy dla przykładu kwestję rozstawy urządzeń meljoracyjnych, rowów i drenów. Dla gruntów mineralnych rozwiązywano to zagadnienie na drodze praktycznej i teoretycz-

nej, wychodząc z analizy mechanicznej, oznaczenia powierzchni właściwej lub hygroskopijności ziemi, wreszcie opierając się na przepuszczalności i żądanem obniżeniu zwierciadła wody gruntowej. Ostatnie lata przynoszą coraz to nowe poglądy i badania na ten temat. (S k o t n i c k i, 27).

Dla torfowisk, jak wyżej powiedziano, podstaw takich niema; obecne projektowanie rozstawy rowów przypomina metodę szacowania „na oko", stosowaną przed pół wiekiem przy określaniu rozstawy drenów w gruntach mineralnych.

Biorąc pod uwagę fakt, iż urządzenia meljoracyjne zmieniają zupełnie pierwotne środowisko torfowe pod względem fizykalnym, a następnie spełniają rolę regulatora wilgotności i powietrza w daleko większym stopniu, niż podobne urządzenia w gruntach mineralnych, nasuwa się konieczność szukania takich kryterjów, wypływających z fizykalnych własności torfu i torfowisk, aby pozwoliły na ich podstawie projektować urządzenia, dające wymagane przez rośliny optimum warunków rozwojowych.

Pewne badania w tym kierunku przejawiają się w pracach szwedzkich, rosyjskich i polskich.

Tak np. M a l m s t r ö m (18) badał przepuszczalność torfowiska, łącząc ją ze stopniem humifikacji; D u b a c h i S p a r r o (7) podają sposoby obliczenia rozstawy rowów, wychodząc z żądanego obniżenia poziomu wody gruntowej i przyjmując charakterystyczny dla typu torfowiska (niskie, przejściowe, wysokie) współczynnik. B a c (3) omawia kwestje zmian w torfowisku pod wpływem meljoracji, Ś w i ę t o c h o w s k i (5. 28) bada wpływ warunków wodnych na procesy biochemiczne i plonowanie, zajmuje się również przepuszczalnością i składem mechanicznym warstwy ornej. Żadna jednak z tych cennych prac nie opiera się na przesłankach ogólniejszych, stanowią one raczej materjał obserwacyjny nad zjawiskami niedostatecznie jeszcze wyjaśnionemi.

Praca niniejsza jest próbą ustalenia pewnych związków, zachodzących między różnemi fizykalnemi własnościami torfu i torfowiska, na drodze rozważań teoretycznych i badań doświadczalnych, oraz wykrycia, które z tych własności mogą wywierać wpływ decydujący na gospodarkę wodną i tem sa-

mem stanowić podstawowe kryterja dla należytego projektowania urządzeń meljoracyjnych.

Ściśle biorąc, jest to pierwsza część prowadzonych od paru lat badań nad zagadnieniem hydrologji torfowiska. Rozpatrywać tu będę głównie kwestje wilgotności, przepuszczalności, a także składu mechanicznego i osiadania torfowiska niskiego.

II. Metody badań wilgotności torfowiska.

1. Określenia.

Absolutną ilość wody w próbce gleby, oznaczoną jakąkolwiek metodą laboratoryjną, odnosimy zazwyczaj do jakiejkolwiek jednostki charakteryzującej daną glebę, otrzymując w ten sposób procentowy wyraz zawartości wody w glebie.

Jednostkami charakteryzującemi glebę mogą być:

1. Ciężar całkowity próbki.
2. Objętość całkowita próbki.
3. Absolutna sucha masa próbki.
4. Pojemność wodna.
5. Porowatość.

Ten procentowy wskaźnik nazywamy wilgotnością gleby, zaznaczając przy nim jednostkę odniesienia.

Badacze amerykańscy (Briggs, Mc Lane, 36) wprowadzają nową jednostkę „moisture equivalent of soil" (metoda centryfugalna); odniesiona do niej ilość wody w próbce nosi nazwę wilgotności względnej „relative wetness".

Dla oznaczenia ilości wody istnieje szereg metod różnych autorów, opis szczegółowy podaje Zunker (36). Opierają się one przeważnie na ważeniu i suszeniu próbki, nowsze metody amerykańskie, niemieckie i rosyjskie posiłkują się pomiarami przewodnictwa elektrycznego lub alkoholem jako środkiem intensywnie odciągającym wodę (Dojarenko, Nitzsch, Briggs, Görz, 36). Czy wymienione określenia i metody, wyprowadzone dla gleb mineralnych, są słuszne dla torfów, może jeszcze podlegać dyskusji.

Zatrzymam się tu na rozważeniu dwóch najprostszych określeń wilgotności i najpowszechniejszej metody ważenia

i suszenia, stosowanej przy wszelkich doświadczeniach rolniczo - meljoracyjnych na glebach torfowych.

W wymienionych badaniach określają wilgotność gleby przez:

1. odniesienie ilości wody zawartej w próbce do jej ciężaru całkowitego, przy pomocy oznaczenia suchej masy (T a c k e, Ś w i ę t o c h o w s k i, 31, 5), lub

2. odniesienie ilości wody zawartej w próbce do tej ilości maksymalnej, jaką próbka może pochłonąć bez odciekania, przy pomocy oznaczenia pojemności wodnej (wymienieni w p-cie 1 oraz S z y m k i e w i c z, 29, 30).

2. Uproszczony sposób oznaczania wilgotności gleby dla doświadczeń polowych na torfowisku.

Stosownie do opisanych wyżej określeń wyrazimy wilgotność gleby w postaci pewnych wzorów, wprowadzając następujące oznaczenia:

S_1 — ciężar próbki gleby pierwotny,

S_3 — ciężar próbki gleby po nasyceniu wodą do pełnej pojemności,

S_2 — ciężar próbki gleby po wysuszeniu w suszarce przy temperaturze 104° C do stałej wagi, czyli absolutna sucha masa. (Według niektórych autorów nawet przy tej temperaturze nie zdoła wydzielić się całkowicie woda hygroskopijna (Z u n k e r, 36), natomiast w torfie zaczynają już zachodzić procesy utleniania powodujące przyrost wagi (Ś w i ę t o c h o w s k i, 28).

Wtedy:

Wilgotność w stosunku do ciężaru pierwotnego próbki, wyrażona w procentach jest:

$$w_S = \frac{S_1 - S_2}{S_1} \cdot 100\% \qquad [1]$$

Wilgotność w stosunku do absolutnej suchej masy próbki, wyrażona w procentach jest:

$$w_{s'} = \frac{S_1 - S_2}{S_2} \cdot 100\% \qquad [2]$$

Pełna pojemność wodna w odniesieniu do absolutnej suchej masy próbki, wyrażona w procentach jest:

$$P = \frac{S_3 - S_2}{S_2} \cdot 100\% \qquad [3]$$

Ilość wody w próbce w stosunku do maksymalnej ilości wody, jaką próbka może pochłonąć, czyli wilgotność w stosunku do pojemności wodnej P, wyrażona w procentach jest:

$$w_p = \frac{S_1 - S_2}{S_3 - S_2} \cdot 100\% \qquad [4]$$

Aby oznaczyć wilgotność według wzoru 1, 2 lub 4, trzeba wykonać cały szereg ważeń, suszyć do stałej wagi w suszarce itd. Przy dużej ilości próbek np. przy badaniu przebiegu wilgotności w czasie na danem poletku, powoduje to konieczność wykonywania olbrzymiej ilości ważeń i posiadania odpowiednio wielkich urządzeń laboratoryjnych (suszarki). Najwięcej trudności sprawia wyznaczenie ciężaru suchej masy S_2, próbkę wypada zazwyczaj zważyć pięć razy w czasie suszenia (waga analityczna), zanim uzyskamy stałą wagę. Są wprawdzie suszarki z automatyczną wagą (Chèpard'a), ale odznaczają się małą dokładnością i dla masowego określania wilgotności kilkudziesięciu próbek torfu nie znajdują zastosowania.

W pewnych warunkach można jednak pracę nad określaniem wilgotności gleby uprościć, wprowadzając wielkość P (pojemność wodna), jako charakterystykę stałą danego środowiska.

Wyznaczmy z równania 3 wielkość S_2

$$S_2 = \frac{100 \cdot S_3}{P + 100}$$

i podstawmy do równania 4

$$w_p = \frac{S_1 - \dfrac{100 \cdot S_3}{P+100}}{S_3 - \dfrac{100 \cdot S_3}{P+100}} \cdot 100\%$$

a po przekształceniach otrzymamy

$$w_p = \frac{S_1}{S_3} - \frac{100 - 100 \cdot \dfrac{S_1}{S_3}}{P} \cdot 100\% \qquad [4a]$$

Oznaczmy stosunek

$$\frac{S_1}{S_3} = \alpha \qquad [5]$$

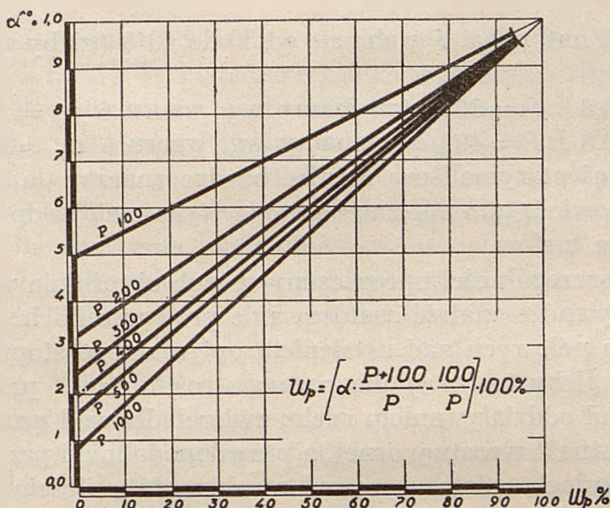
Po podstawieniach i przekształceniu otrzymamy z równania 4a wyrażenie następujące:

$$w_p = \left[\alpha \frac{P+100}{P} - \frac{100}{P}\right] \cdot 100\% \qquad [6]$$

W ogólnym wypadku gdy P jest dowolnym parametrem zmiennym, α zaś zmienną niezależną, równanie 6 przedstawia pęk prostych. Jeśli P jest wielkością stałą i α w dalszym ciągu zmienną niezależną, równanie 6 jest równaniem jednej prostej z tego pęku.

O ile więc pojemność wodna P (wyrażona według wzoru 3) dla badanego terenu, na którym prowadzimy obserwacje, jest wielkością stałą, to łatwo obliczyć można z równania 6 wilgotność w stosunku do pojemności wodnej, dokonując tylko dwóch pomiarów: waga próbki pierwotnej S_1 i waga próbki po nasyceniu S_3.

Dla ułatwienia oznaczenia w_p można posiłkować się wykresem (rys. 1), gdzie odpowiednie proste przedstawiają równanie 6. Znając S_1 i S_3 obliczamy wielkość α i z wykresu odczytujemy w_p przy znanem P.



Wykres pomocniczy do uproszczonej metody oznaczania wilgotności gleby torfowej w %% jemności wodnej.

Rys. 1.

Proponowana tutaj metoda nadaje się jedynie dla gleb o dużej pojemności wodnej a więc specjalnie dla torfów, których pojemność wodna P wyraża się cyfrą ponad 300%, nawet w silnie już rozłożonej warstwie ornej. W glebach mineralnych, gdzie pojemność wodna P waha się od 10 do 50%, uzyskanie odpowiedniej dokładności przy tej metodzie jest wątpliwe.

Weźmy dla przykładu, że P na danym terenie waha się od 300 do 400% (warstwa orna w zmeljorowanem torfowisku niskiem Czemerne, Zakład Doświadczalny Uprawy Torfowisk pod Sarnami).

Wtedy przy:

$\alpha = 0{,}8$ i $P = 300\%$ otrzymamy wg. wzoru 6 $w_p = 73.3\%$

$\alpha = 0{,}8$ i $P = 400\%$ otrzymamy wg. wzoru 6 $w_p = 75{,}0\%$

Przypuszczając więc, że w poszczególnych próbkach są tak różne pojemności, otrzymujemy w tym wypadku różnicę w procentowem wyrażeniu wilgotności tylko 1.7% bezwzględnych czyli 2,2% względnych.

Jeśli natomiast P waha się od 30 do 40% (gleby gliniaste) to przy:

$\alpha = 0{,}8$ i $P = 30\%$ otrzymamy wg. wzoru 6 $w_p = 13{,}3\%$

$\alpha = 0{,}8$ i $P = 40\%$ otrzymamy wg. wzoru 6 $w_p = 30{,}0\%$.

Tutaj otrzymaliśmy różnice bardzo znaczne a więc jak wyżej powiedziano opisana metoda wydaje się odpowiednia tylko dla torfów.

W szczególności uproszczony sposób określania wilgotności gleby może znaleść zastosowanie przy wszelkich doświadczeniach polowych nad ustaleniem optymalnego stopnia uwilgocenia gleby torfowej dla rozwoju roślinności, przy badaniach nad oddziaływaniem ruchu zwierciadła wód gruntowych na wilgotność warstwy ornej, a prawdopodobnie i przy innych zagadnieniach, gdzie operować musimy dużą ilością próbek gęsto rozmieszczonych w czasie.

Praktycznie biorąc masowe oznaczanie wilgotności odbywa się w ten sposób. Na początku i w końcu okresu objętego badaniami (dla sprawdzenia) z kilku punktów na danym terenie lub w danej warstwie gleby torfowej określamy pojemność wodną P. Najmniejszą ilość oznaczeń dla znalezienia średniego P można obliczyć statystycznie zakładając odpowiednie dopuszczalne prawdopodobieństwo popełnienia pewnego błędu. W trakcie doświadczenia w żądanych odstępach czasu pobieramy szereg próbek (ilość powtórzeń zależna również od przyjętej dokładności). wciskając cylindry o znanej tarze i objętości. Cylindry ważymy bezpośrednio po pobraniu i po zupełnem nasyceniu wodą. Pozostaje następnie obliczyć $\alpha = \frac{S_1}{S_3}$ i z wykresu odczytać w_p.

Naogół wielkość P w torfowisku jest zmienną w czasie, zwłaszcza w warstwie ornej — w miarę procesów osiadania, mineralizacji a szczególnie przez długoletnie uprawy mechaniczne pojemność wodna z biegiem lat maleje. (Święto-chowski, 28). Dlatego też koniecznem jest conajmniej dwukrotne sprawdzenie tej wielkości w czasie badań.

Jeśli chodzi o ogólną metodę brania próbek z torfowiska, nasycania i określania pojemności wodnej, to prawie każdy

autor stosuje inną. (Świętochowski, 28. Tomaszewski, 33). W badaniach moich używałem cylinderków z blachy pocynkowanej, grubości 0,4 mm, średnicy wewnętrznej 40 mm, wysokości 79,5 mm i objętości 100 cm³. Końce cylindrów były zaostrzone, skutkiem czego łatwo dawały się one wciskać w torf, nie niszcząc struktury i nie zagęszczając materjału. Dla nasycenia torfu umieszczano cylinderki na siatce metalowej, zanurzając je jednym końcem na 1 cm w wodzie. Po 48 godzinach próbki były w pełni nasycone. Czas nasycania można jednak skrócić, stosując metodę Tomaszewskiego (33), który zanurza cylindry z próbkami całkowicie na przeciąg pół godziny.

Dla przykładu przytaczam część danych z badań moich nad działaniem odległości zwierciadła wody gruntowej na wilgotność warstwy ornej. Terenem badań był dział Nr. 34 na polach Zakładu Doświadczalnego pod Sarnami: jest to łąka na torfowisku niskiem zmeljorowanem od roku 1927 (rów główny odpływowy). Próbki brano z głębokości 5 cm pod powierzchnią. W tablicy Nr. 1 umieszczono między innemi wilgotność w stosunku do pojemności wodnej w'_{1p} wyliczoną dla każdego punktu na podstawie pomiarów bezpośrednich, oraz wilgotność w_{2p} obliczoną według równania 6, przy średniej pojemności wodnej badanej warstwy.

Porównując cyfry w'_{1p} i w_{2p} (kolumna 10 i 11 tablicy Nr. 1) widzimy, że maksymalna różnica między wartością rzeczywistą a wyliczoną z wzoru 6 wynosi 1,5%. Naogół różnice wyrażają się tu ułamkiem procentu. Obliczając średnie odchylenie w danej serji (z sumy kwadratów odchyleń) otrzymamy $\pm$ 0,7%. Będzie to w naszym wypadku średni błąd pojedyńczego oznaczenia wilgotności w_p przy metodzie uproszczonej. Zaznaczyć należy, iż cyfry S_1 i S_3 brane są tu tylko z dwóch powtórzeń, pomimo to dokładność oznaczenia w^p metodą uproszczoną wydaje się dostateczną przy tego rodzaju doświadczeniu, w którem i tak procenty wilgotności zaokrąglone będą do jednostki.

Zajmiemy się teraz wyrażeniem wilgotności w_s (w stosunku do całkowitego ciężaru próbki) w sposób analogiczny, jak poprzednio, przez pojemność wodną.

TABLICA 1.

Oznaczanie wilgotności gleby torfowej metodą uproszczoną.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
L. p.	Data	Numer punktu	Odległość zwierciadła wody gruntowej od powierzchni cm	Ciężar próbki w 100 cm³ objętości		Ilość suchej masy w próbce S_2 g	$\alpha = \frac{S_1}{S_3}$	Pojemność wodna w % suchej masy P%	Wilgotność w stosunku do pojemności wodnej		Wilgotność w stosunku do ciężaru próbki		Ilość wody w próbce		Uwagi
				Ciężar pierwotny S_1 g	Ciężar po nasyceniu S_3 g				Z pomiaru bezpośredniego $w_1\,p$ %	Z równania N 6 przy śr. P $w_2\,p$ %	Z pomiaru bezpośredniego $w_1\,s$ %	Z równania Nr 7 przy śr. P, $w_2\,s$ %	Z pomiaru bezpośredniego w_1 g	Z wyliczenia przy śr. P. w_2 g	
1	27/VII	2	90	75.3	90.1	19.3	0.836	366	79.1	78.8	74.3	73.1	56.0	55.0	Średnia pojemność wodna P = 343 % według niej obliczono kolumny 11, 13, 15.
		3	92	62.7	89.9	20.7	0.697	333	60.6	60.8	66.9	67.7	42.0	42.4	
		4	91	79.4	96.2	22.6	0.826	324	77.3	77.6	71.5	72.7	56.8	57.7	
2	2/VIII	2	95	81.9	101.1	22.9	0.810	341	75.4	75.4	72.0	72.2	58.0	58.1	
		3	100	61.7	92.8	19.5	0.665	377	57.6	56.6	68.4	66.1	42.2	40.8	
		4	97	88.1	99.5	25.3	0.885	292	84.7	85.0	71.3	74.5	62.8	65.6	
3	17/VIII	2	109	75.1	103.6	21.9	0.726	373	65.2	64.6	70.8	69.0	53.2	51.8	
		3	116	37.8	94.8	19.9	0.399	375	23.6	22.3	47.2	43.5	18.9	16.4	
		4	104	57.8	102.5	20.9	0.565	388	45.3	43.8	63.8	60.1	36.9	34.8	
4	30/VIII	2	113	85.8	105.3	27.7	0.815	280	74.9	76.0	67.7	72.3	58.1	62.0	
		3	120	38.4	93.6	21.3	0.409	343	23.6	23.6	45.0	45.0	17.1	17.1	
		4	106	61.2	105.7	25.1	0.518	322	44.7	45.4	59.0	61.0	36.1	37.3	

Podstawmy wzór

$$S_2 = \frac{100 \cdot S_3}{P + 100}$$

otrzymany z równania 3, do równania 1
Wtedy:

$$w_s = \frac{S_1 - \frac{100 \cdot S_3}{P + 100}}{S_1} \cdot 100\%$$

Oznaczając jak poprzednio (wzór 5)

$$\alpha = \frac{S_1}{S_3}$$

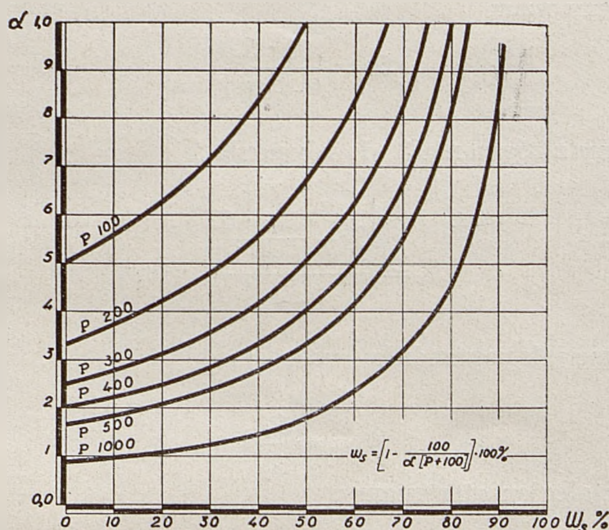
i przekształcając otrzymamy:

$$w_s = \left[1 - \frac{100}{\alpha\,[P + 100]}\right] \cdot 100\% \qquad [7]$$

Równanie 7 przedstawia związek między wilgotnością w_s (w procentach od całkowitej wagi próbki) a stosunkiem α przy znanem P. W ogólnym wypadku jest to rodzina hyperbol, gdy P jest parametrem, α zaś zmienną niezależną. Graficznie, dla różnych P zobrazowano równanie 7 na wykresie (rys. 2).

Mając więc wielkość P jako stałą dla danego terenu, można z dwóch wag S_1 i S_3 wyznaczyć wilgotność w_s w procentach całkowitego ciężaru próbki. Odejmując w_s od 100 otrzymamy procent suchej masy zawartej w próbce, w stosunku do ciężaru całkowitego.

W tablicy 1 zestawiono w kolumnie 12 i 13 wartości w_{1s} z pomiarów bezpośrednich dla każdego punktu oraz wartości w_{2s} obliczone ze średniej pojemności według równania 7. Odchylenia procentu wilgotności są tu cyfrowo większe sięgając w jednym wypadku do 4,6%. Obliczając średnie odchylenie (z sumy kwadratów odchyleń) otrzymamy $\pm$ 2,5%, jako średni błąd pojedyńczego oznaczenia w_s metodą uproszczoną.



Wykres pomocniczy do uproszczonej metody oznaczania wilgotności gleby torfowej w %% ciężaru próbki.

Rys. 2.

Jeśli wyznaczymy absolutne ilości wody zawartej w próbce w objętości 100 cm³, jako wynik obliczeń poprzednich, otrzymamy dla wartości rzeczywistych i wyznaczonych ze średniego *P* cyfry również dość zgodne.

Ilość rzeczywista wody w próbce równa się:

$$W_1 = S_1 \cdot w_{1s}$$

Ilość wody w próbce wyliczona ze średniego *P* jest:

$$W_2 = S_1 \cdot w_{2s}$$

W tablicy 1, kolumna 14 i 15 umieszczono ilości wody w próbce, w gramach, rzeczywiste i wyliczone. Odchylenie średnie w danym szeregu wynosi $\pm 2{,}1$ grama, jako błąd poszczególnego oznaczenia metodą uproszczoną.

Porównując szeregi cyfr (tablica 1): wilgotności wyrażo-

nej w procentach całkowitego ciężaru próbki, wilgotności w procentach pojemności wodnej i ilości absolutnych wody w gramach, widać, że wartości te wyznaczone metodą uproszczoną, wykazują w danem doświadczeniu zadawalniającą zgodność kierunkową z wartościami rzeczywistemi, co pozwala na stwierdzenie przydatności proponowanej metody do tego rodzaju badań wilgotnościowych.

3. Uwagi nad zagadnieniem optymalnego stopnia wilgotności gleb torfowych.

Ponieważ wartości w_p i w_s wyrażone są przez wspólny czynnik pojemność wodną P (wzór 6 i 7), możemy znaleźć bezpośredni związek między niemi.

Eliminując z równania 6 wielkości α otrzymamy:

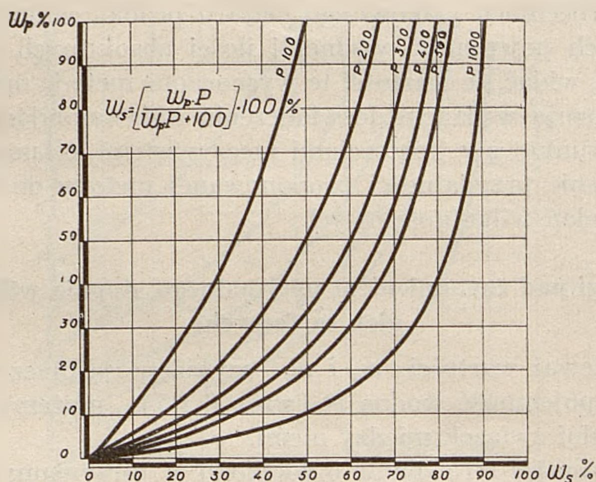
$$\alpha = \frac{w_p \cdot P + 100^2}{100\,[P + 100]}$$

podstawiając wyrażenie na α do równania 7 i przekształcając dojdziemy do równania:

$$w_s = \left[\frac{w_p \cdot P}{w_p \cdot P + 100^2}\right] \cdot 100\% \qquad [8]$$

Równanie powyższe przedstawia sobą pęk hyperbol przy dowolnym parametrze P i zmiennej niezależnej w_p. Przy stałem więc P zachodzi funkcjonalny związek między wyrażeniem procentu wilgotności w stosunku do ciężaru próbki, a wyrażeniem procentu wilgotności w stosunku do pojemności wodnej. Graficznie zobrazowano równanie 8 na rysunku 3, przy różnych wartościach parametru P

Wyprowadzone tu wzory (6, 7, 8) pozwolą rzucić pewne światło na sprawę tak zwanego optymalnego uwilgocenia gleby torfowej dla rozwoju roślin. Dane co do tego optymalnego stanu mamy w literaturze bardzo różne i bardzo niekompletne, zdaje się głównie wskutek nieuwzględnienia przez badaczy związków istniejących między wilgotnością, a fizykalnemi własnościami środowiska.



Związek między %% wilgotności wyrażonej w stosunku do pojemności wodnej, a %% wilgotności wyrażonej w stosunku do ciężaru próbki.

Rys. 3.

T a c k e (31) podaje, że w doświadczeniach wazonowych z torfem wysokim nastąpiło więdnięcie owsa przy zawartości wody wynoszącej niżej 60% wagi całego wazonu (według użytych tu oznaczeń odpowiada to wilgotności w_s), tymczasem w piasku przy wilgotności w_s = 14% owies nie wykazał żadnych braków wody.

Gleby mineralne wogóle odznaczają się lepszemi możliwościami wykorzystania wody przez rośliny, co uwidacznia się w cyfrach ilustrujących najniższe dopuszczalne zapasy wody. Według B r i g g s'a (15) zapas wody, poniżej którego rośliny więdły wyniósł dla piasku 3% a dla ciężkich glin 14% od objętości gleby.

K r ü g e r (16) przytacza cyfry H e i n r i c h a, według którego rośliny więdną, gdy wilgotność w_p (w procentach pełnej pojemności wodnej) spada niżej 10,5% w glebach wapnistych, 16% w ziemi ogrodowej i niżej 51,8% w torfie.

W przytaczanych innych doświadczeniach wg. T a c k e g o (31) maksymalne plony rzepaku otrzymano przy w_s =

75% a owsa przy $w_s = 65\%$. Niestety nie podaje autor żadnych cech charakteryzujących badany torf; prawdopodobnie jak w większości doświadczeń wazonowych materjał glebowy użyty do wypełnienia wazonów nie stanowił monolitu lecz rozdrobnioną i przemieszaną masę torfową o własnościach innych niż torf w złożu naturalnem.

Według doświadczeń polowych B a c a i Ś w i ę t o c h o w s k i e g o (5) maksymalny plon siana z łąki torfowiska niskiego otrzymano przy $w_s = 69—71\%$, co odpowiada (przy pojemności wodnej torfu w badanych polach $P = 400\%$) wilgotności w_p równej 55,6—61,1%.

S z y m k i e w i c z (29) w swoich doświadczeniach wazonowych uzyskał w torfie maksymalny plon owsa przy $w_p = 40\%$, koniczyny przy $w_p = 50—60\%$, tymotki przy $w_p = 70\%$ i wiechliny łąkowej przy $w_p = 60\%$, przyczem okazało się, że trawy naogół słabiej reagują na różnice uwilgocenia. Nie podaje jednak autor danych co do własności fizykalnych środowiska.

W pracach innych autorów spotykamy cyfry równie rozbieżne. Tak np. K o s t i a k o w (15) uważa, że maximum wilgotności nie powinno przekraczać 85—90% pełnej pojemności wodnej (po dawce polewowej przy nawodnieniach) a minimum wilgotności nie powinno spadać niżej 20%. Cyfry te z pewnością nie mogą być uogólnione na wszystkie gleby, odnoszą się raczej do gleb mineralnych.

Trudno więc nawet na podstawie dość obszernego materjału obserwacyjnego wywnioskować o stanie optymalnym wilgotności gleb torfowych, gdyż przeważnie nie określają autorzy własności fizykalnych torfów, nad któremi pracowali a nie ulega wątpliwości iż były to torfy niejednakowe.

Z uwagi na znaczne różnice między glebami mineralnemi i torfowemi pod względem koniecznych dla rozwoju roślin zapasów wilgoci, zagadnienie badań wilgotnościowych w torfowisku nabiera specjalnego znaczenia. Z wyjaśnieniem kwestji wilgotnościowych łączy się ściśle zagadnienie przesuszenia, (dotychczas niewyjaśnione), zagadnienie intensywności sieci urządzeń meljoracyjnych i należytej gospodarki wodnej na zmeljorowanych terenach torfowych.

Opierając się na rozumowaniach odnośnie wyprowadzonego związku między w_s, w_p, P (wzór 7), sądzę, że określenie wilgotności ma tylko wtedy znaczenie, jeśli scharakteryzujemy ściśle środowisko torfowe pod względem fizykalnym, a przynajmniej określimy jego pojemność wodną. Niewątpliwie bowiem samo wyrażenie optymalnej czy minimalnej wilgotności, w jakichkolwiek procentach, nie daje rzeczywistego obrazu zapotrzebowania i pobierania wody przez rośliny. Od wielkości pojemności wodnej torfu zależy jego zdolność oddawania wody, przepuszczalność, stosunki powietrzne w glebie i prawdopodobnie szereg innych zjawisk. Traktując rzecz metodycznie uważam, że badania wilgotnościowe w torfowisku powinny obejmować nie tylko kombinacje stopnia uwilgocenia ale i kombinacje glebowe (pojemność wodna), przyczem należałoby zwrócić również uwagę na stosunki powietrzne, co słusznie podnosi R e i n c k e (24).

Co do samego wyrażania wilgotności racjonalniejszem będzie wyrażanie jej w procentach pojemności wodnej, niż jak to większość autorów dotychczas używała, w procentach ciężaru całkowitego próbki. Ciężar torfu zmienia się znacznie ze stopniem nawilgocenia (według tablicy 1 ciężar S_1 w stanie naturalnym waha się od 37,8 do 85,5 grama w 100 cm^3) a odnoszenie wilgotności w stosunku do wielkości z dnia na dzień zmiennej przyczyniać się może do zaciemnienia obrazu przebiegu zjawisk. Być może, iż w glebach mineralnych o pojemności wodnej małej i ciężarze objętościowym znacznym (przy mało zmiennej wskutek tego wartości S_3) sposób wyrażania wilgotności w procentach ciężaru próbki gleby (w_s) ma pewne uzasadnienie, dla torfów takie oznaczanie nie wydaje się odpowiednie.

4. **Pojemność wodna a ciężar objętościowy.**

Według określeń powszechnie przyjętych ciężarem objętościowym nazywamy ciężar suchej masy zawartej w jednostce objętości torfu wziętej w stanie naturalnym z danego torfowiska (T a c k e, 31. Z u n k e r, 36).

Wielkość ta jest bardzo różna, według T a c k e g o

(31) waha się od 0,09 g/cm³ do 0,25 g/cm³. T o m a s z e w s k i (33) znalazł w glebach polesia: od 0,06 g/cm³ (torf wysoki) do 0,29 g/cm³ (gleby mułowo torfowe). Ciężar objętościowy gleb mineralnych wybitnie przewyższa ciężar torfów, wyrażając się z reguły cyfrą większą od 1 (wg. K o s t i a k o w a, 15. wynosi 1,1 — 1,8).

Ciężar objętościowy torfu zależy od jego pochodzenia, składu chemicznego, stopnia zamulenia i rozkładu, przeważnie zaś od stanu nasycenia wodą. W torfowisku zmeljorowanem wpływają nań również uprawy mechaniczne oraz stopniowe osiadanie warstw torfowiska, nie możemy więc przyjmować nawet dla tego samego typu torfowiska jakiejś średniej wielkości stałej. Ciężar objętościowy torfu jest funkcją nie tylko jakości torfowiska ale i czasu.

Ciężar objętościowy i pojemność wodna P są związane zależnością funkcjonalną. Według użytych poprzednio oznaczeń pojemność wodna wyrażona w procentach suchej masy wynosi:

$$P = \frac{S_3 - S_2}{S_2} \cdot 100\%$$

O ile próbka pobrana była w objętości V to:

$\frac{S_2}{V}$ jest ciężarem objętościowym gleby.

Założmy objętość $V = 1$, wtedy ciężar objętościowy równy jest S_2 i wyrazi się wzorem:

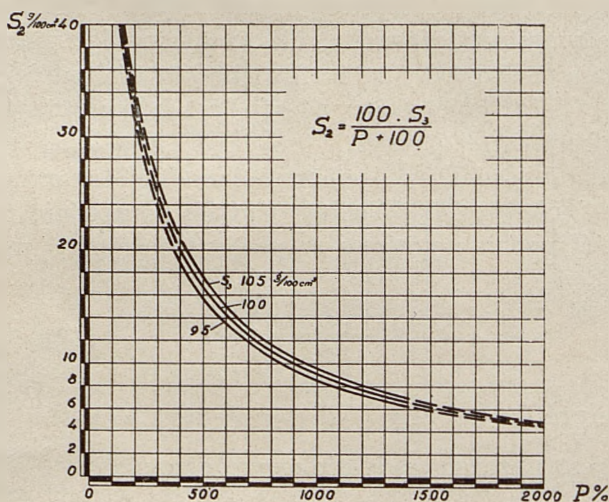
$$S_2 = \frac{100 \cdot S_3}{P + 100} \qquad [9]$$

S_3 jest to ciężar próbki po pełnem nasyceniu wodą, waha się on dla torfów niskich około 1 kg/dcm³, zależnie zresztą od stopnia zamulenia, rozkładu i t. p. Według obserwacji własnych 100 cm³ torfu niskiego, turzycowo-mszystego (Czemerne) nasyconego do pełnej pojemności ważyło średnio od 95 g (warstwy głębsze) do 105 g (warstwa orna).

Równanie 9 przedstawia rodzinę hyperbol, parametrem zmiennym jest tu S_3 zmienną niezależną P. Graficznie zobrazowano równanie 9 na wykresie rys. 4 przy $S_3 = 95$, 100 i 105

g/100 cm³. Jak widać ze zmianą S_3 w wymienionych granicach wartości S_2 przesuwają się nieznacznie, krzywe leżą blisko siebie. Naogół więc ze wzrostem ciężaru objętościowego maleje pojemność wodna torfowiska niskiego i odwrotnie wzrost pojemności idzie w parze ze zmniejszeniem ciężaru objętościowego.

W badanem torfowisku niskiem, zmeljorowanem, Czemerne otrzymałem ciężar objętościowy od 0,06 do 0,27 g/cm³ a pojemność wodną (odpowiednio) od 1470 do 280%.



Związek między ciężarem objętościowym, a pojemnością wodną.

Rys. 4.

Widzimy zatem w torfach różnice bardzo wyraźne w stosunkach pojemności i ciężaru objętościowego, czego nie zauważymy w glebach mineralnych. Jak wynika z budowy wzoru 9, dla gleb mineralnych o pojemności wodnej od 10 do 50% (średnio) a o ciężarze objętościowym 1,1 — 1,8 i ciężarze S_3 około 2 kg/dcm³, ważna jest gałąź krzywej zbliżająca się do osi rzędnych i prawie do niej równoległa, praktycznie przedstawiająca się jako prosta. Tutaj zmiana pojemności P w granicach 10—50%, przy dużem S_3 mało zaznacza swój wpływ na zmianę wielkości S_2, co zresztą zaobserwowano w cyfrach

określających ciężary objętościowe torfu i gleb mineralnych. Tak więc najwyższy obserwowany ciężar objętościowy gleb mineralnych jest tylko około 1,6 raza większy od najniższego, najwyższy zaś ciężar objętościowy np. dla torfu niskiego jest już około 4,5 razy większy od ciężaru najniższego. W innych typach torfu wahania są jeszcze większe.

Równanie 9 będzie nam jeszcze potrzebne przy rozważaniach w dalszych rozdziałach.

5. Pojemność wodna wyrażona w %% objętości próbki.

Poza wyrażeniem pojemności wodnej gleby w stosunku do suchej masy próbki (P) określają również pojemność w stosunku do objętości próbki.

Według wzoru 3 pojemność wodna w %% suchej masy jest:

$$P = \frac{S_3 - S_2}{S_2} \cdot 100\%$$

Pojemność wodna w stosunku do objętości próbki wyrazi się jako:

$$P_v = \frac{S_3 - S_2}{V} \cdot 100\% \qquad [10]$$

gdzie V jest objętością pobranej próbki gleby w stanie naturalnym.

T a c k e (31) idąc za W o l l n y'm podaje, że ze wzrostem stopnia rozkładu lub w miarę gęstszego złożenia torfu pojemność wodna (w stosunku do suchej masy) P maleje, rośnie natomiast pojemność (w stosunku do objętości) P, przy ogólnych własnościach torfu takich samych.

Twierdzenie to niezupełnie jest ścisłe, aczkolwiek poparte cyframi z obserwacji i wymaga omówienia.

Udowodnimy poniżej jaki związek ogólny zachodzi między P i P_v.

Z równania 3:

$$S_3 - S_2 = \frac{P \cdot S_2}{100}$$

podstawimy do równania 10 i otrzymamy:

$$P_v = \frac{P \cdot S_2}{V} \%$$

Podstawiając zamiast S_2 jego wartość z równania 9 mamy:

$$P_v = \frac{100 \cdot P \cdot S_3}{V[P+100]} \% \qquad [11]$$

W danym szeregu próbek branych jedną metodą wielkość V jest wielkością stałą (np. w naszych badaniach 100 cm³), zmiennym parametrem jest S_3, zmienną niezależną P. Równanie 11 przedstawia związek między pojemnością wodną gleby P (w %% suchej masy) i pojemnością wodną P_v (w %% objętości) i jest rodziną hyperbol. Na rysunku 5 wykreślono $P_v = f(P)$ przy parametrze $S_3 = 95, 100, 105$ g/100 cm³ i V równem 100 cm³.

Z wykresu wynika, że przy danem S_3, P_v rośnie ze wzrostem P; jeśli natomiast, jak to zwykle bywa w różnych warstwach nawet tego samego torfowiska, S_3 jest różne, to może zdarzyć się, że w dwóch porównywanych próbkach zajdą stosunki odwrotne a więc P_v wzrośnie a P zmaleje. Tłumaczenia jednak tego T a c k e, cytując W o l l n y'e g o nie podaje; wyprowadzając wnioski natury ogólnej na podstawie cyfr z obserwacji nie popartych teoretycznem rozważaniem, pominął T a c k e istotną przyczynę w opisywanem zjawisku.

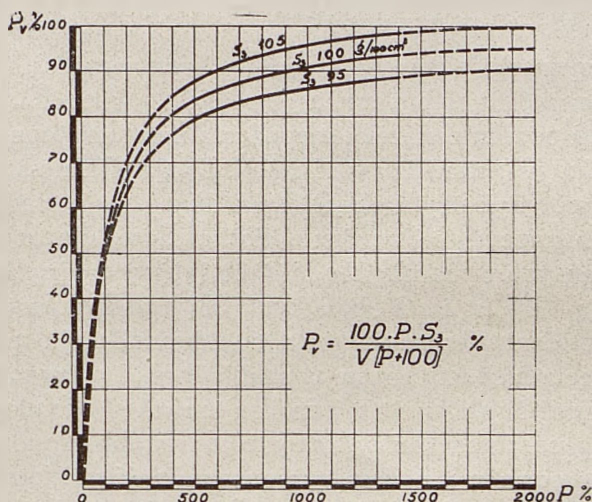
III. Przepuszczalność torfowisk.

1. Zjawisko przepuszczalności torfowisk w świetle literatury.

Zjawisko przepuszczalności opracowane jest szczegółowo dla gleb mineralnych zarówno pod względem teoretycznym jak i praktycznym, dla torfowisk mamy tylko pewne obserwacje niektórych badaczy.

W literaturze starszej np. u K r ü g e r a (16) spotykamy jedynie wzmianki, iż torf wykazuje naogół małą prze-

puszczalność, tem mniejszą im torf bardziej rozłożony. Pozatem zazwyczaj autorzy przytaczają cyfry z obserwacji ilustrujące względne stosunki przepuszczalności torfu i gleb mineralnych.



Związek między wyrażeniem pojemności wodnej w %% ciężaru gleby i w %% objętości gleby.

Rys. 5.

T a c k e (31) podaje wg. W o l l n y'e g o, że przy jednakowych warunkach ciśnienia i powierzchni przesiąkło w ciągu 10 godzin:

Torf z Aibling, średn. cząstek	0,01—0,114 mm	0,0182 litra
Torf z Oldenburga, średn. cząstek	0,01—0,250 „	0,2582 „
Ił (kaolin)		0,0000 „
Piasek wapnisty, średn. cząstek	0,01—0,250 „	2,5860 „

T u r c z y n o w i c z (34) przytacza następujące cyfry przesiąkania wody w różnych glebach przy jednakowych warunkach ciśnienia:

Glina 0,7 cm³,
Torf 1,0 cm³,
Löss 1,674 cm³,
Piasek 5,760 cm³.

S k o t n i c k i (26) podaje prędkość przesiąkania wody deszczowej w różnych glebach:

Piasek 1000 mm/godz.
Torf 40—60 mm/godz.
Glina 10—20 mm/godz.

Więcej uwagi poświęca kwestji przepuszczalności M a l m s t r ö m (18), który pracując aparatem własnej konstrukcji wykazał pewien związek przepuszczalności ze stopniem rozkładu torfu (wg. skali L. von Posta). Związek ten jest jedynie kierunkowy, gdyż użyta skala rozkładu pozwala zaledwie na dość przybliżone jego określenie, dobre raczej dla orjentacyjnych badań polowych niż dla ścisłych laboratoryjnych. Ostatnio zresztą T o m a s z e w s k i (33) wysunął pewne objekcje co do identyfikowania rozkładu i humifikacji, rozróżniając te pojęcia niedostatecznie w skali P o s t a wyodrębnione. Pozatem M a l m s t r ö m zajmował się dwukierunkowością przepuszczalności w torfowisku; ustalił mianowicie, że torfowisko posiada mniejszą przepuszczalność w kierunku poziomym, większą w kierunku pionowym. Stosunek ten wynoszący dla torfów słabo rozłożonych jak 1 : 5 spada w warstwach silnie rozłożonych do cyfr 1 : 1. Skutkiem tego niektórzy badacze rosyjscy jak D u b a c h (7) wysunęli pogląd, że ruch wody gruntowej w torfowisku odbywa się tylko w kierunku pionowym.

B a c (3) pracując na aparacie M a l m s t r ö m a badał przepuszczalność torfowiska niskiego Czemerne (Sarny), znalazł również ten charakterystyczny stosunek przepuszczalności poziomej i pionowej jak 1 : 5 i 1 : 1, otrzymując średnio w badanym terenie stosunek 1 : 2. Badając profile torfowiska zmeljorowanego na głębokościach 50, 100 i 150 cm od powierzchni wysunął autor hipotezę, że różnice przepuszczalności poszczególnych warstw torfowiska pochodzą od działania wód gruntowych, skutkiem czego przypuścił istnienie t. zw. warstwy kontaktowej, objętej sferą wahań zwierciadła wody gruntowej. W warswtie kontaktowej zaobserwował B a c przepuszczalność naogół większą niż w warstwach górnych lub dolnych.

Świętochowski (28) znalazł, iż w warstwie rolnej torfowiska wskutek upraw polowych rozkład torfu idzie dalej i szybciej niż na kulturze łąkowej, następstwem czego jest zmniejszenie się przepuszczalności na kulturach polowych stale poddanych uprawie mechanicznej.

Bardzo interesujące te obserwacje wymienionych badaczy nie dają jednak ścisłej odpowiedzi i pełnego obrazu przepuszczalności torfowiska. W badaniach swoich, które prowadziłem w ciągu 1935 roku starałem się wykryć zależność przepuszczalności od fizykalnych własności torfowiska i ująć ją w formę matematycznego wyrażenia co ułatwiłoby dyskusję nad tem zjawiskiem.

2. Środowisko, przedmiot i metody badań.

Terenem badań były pola zmeljorowane torfowiska niskiego turzycowo-mszystego Czemerne (Zakład Doświadczalny Uprawy Torfowisk pod Sarnami), przyległe torfowisko niskie niezmeljorowane oraz torfowiska przejściowe (działki podmiejskie Sarn, posiadłość p. J. Poletyłło) i torfowisko wysokie (bagnowe), w lesie państwowym obok Zakładu. Szczegółowy opis wymienionych środowisk znajdujemy u Tołpy (32), nie przytaczam więc go w całości lecz przy odpowiednich tablicach i wykresach podaję objaśnienia.

Ogółem zbadano 19 profilów, z czego na torfowisko zmeljorowane przypada 14, na niezmeljorowane 3, na przejściowe i bagnowe po 1. W każdym profilu badano warstwy na 3—7 głębokościach, zależnie od miąższości, otrzymując w ten sposób obraz pionowego kształtowania się fizykalnych własności danego torfowiska. W sumie poddano badaniom 90 punktów (dwupowtórzeniowych).

Przedmiot badań stanowiły:

1. Przepuszczalność pozioma i pionowa,
2. Ciężar objętościowy,
3. Ciężar właściwy,
4. Pojemność wodna,
5. Skład mechaniczny.

Rozdział niniejszy poświęcony jest zagadnieniu przepusz-

czalności w związku z fizykalnemi własnościami torfowiska i porównaniu przepuszczalności torfowiska w stosunku do gleb mineralnych.

Metoda badań była następująca:

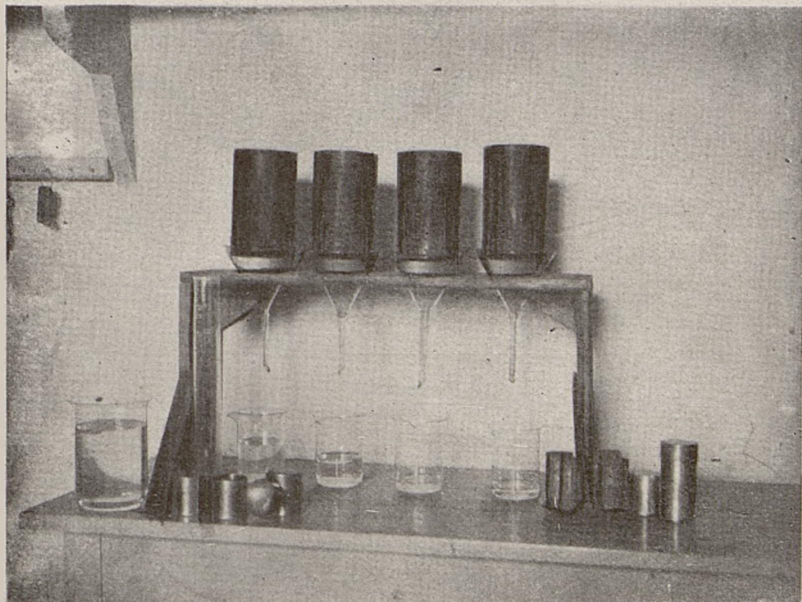
a) Pobieranie próbek odbywało się przy pomocy kopania odkrywki do żądanej głębokości (max. 3,0 m). Była to praca ciężka, jednak inaczej, przy posiadanem skromnem uposażeniu technicznem, nie było możności wydostać materjał nienaruszony, jaki jest niezbędny do określenia przepuszczalności lub pojemności wodnej.

b) Oznaczenie pojemności wodnej odbywało się w cylindrach i sposobem opisanym w rozdziale poprzednim, z każdego poziomu brano dwa powtórzenia. Suchą masę do pojemności wodnej a z niej ciężar objętościowy otrzymywano przez suszenie próbki torfu (wagi pierwotnej około 10 g) do stałej wagi przy temperaturze 104 C°, również w dwóch powtórzeniach.

c) Oznaczenie przepuszczalności prowadzono w cylindrach metalowych o wymiarach: wysokość 15 cm, średnica 9,7 cm, powierzchnia przekroju 75 cm². Na odpowiedniej głębokości w odkrywce wbijano cylinder w torf do 5 cm głęboko, obcinano u spodu nożem i umieszczano na podstawce z dziurkowanej blachy. Cylindry z podstawkami przenoszono na lejki ustawione na statywie. (Rys. 6). Nalewano wody (woda wodociągowa, temperatura ok. 16° C.) do pełna, uzyskując ciśnienie nad 5-cio centymetrową warstwą torfu w wysokości 10 cm. W ciągu 90 minut, co 10 minut, mierzono ilość wody przesączonej przez torf. (cylinder miarowy z dokładnością 1 cm².). Poziom wody utrzymywano stały przez dolewanie. Skromne wyposażenie laboratorjum nie pozwoliło na skonstruowanie przyrządu automatycznego, któryby ułatwiał pracę. Początkowe ilości przeciekającej wody były nieco większe, po upływie godziny ilości mniejwięcej ustalały się tak, że dla określenia przepuszczalności wzięto cyfry średnie z trzech pomiarów ostatniej półgodziny.

Dla przykładu podaję przebieg przepuszczalności w czasie (próbka Nr. 5, poziom 2,5 m) na wykresie rys. 7, ilustrujący omówione zmniejszenie się ilości przesączanej wody.

To zmniejszanie się przepuszczalności w czasie występuje prawie we wszystkich glebach zarówno mineralnych (Ł a s z e w s k i, 17) jak i torfowych (B a c, 3) i objaśnić się daje pęczniejącym działaniem koloidów.

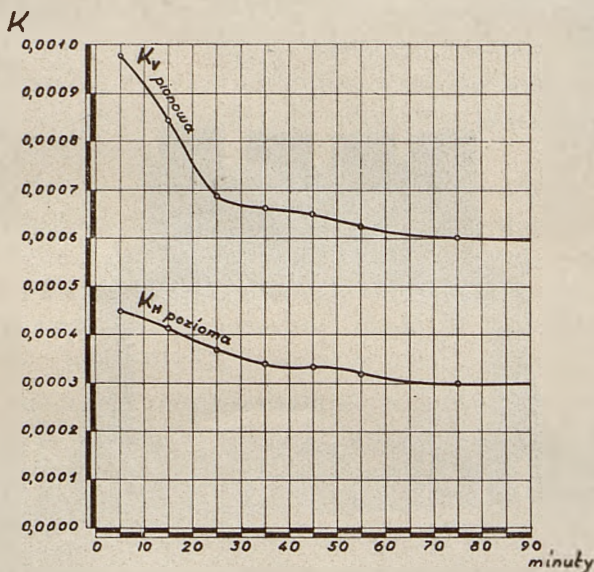


Rys. 6.

Dla każdego poziomu w każdym profilu wykonywano dwa powtórzenia przepuszczalności poziomej i dwa pionowej. Odchylenia w powtórzeniach były naogół nieznaczne, leżące w granicach dopuszczalnego błędu. Celem zbadania czy wysokość ciśnienia nie gra roli (a zatem czy w danych warunkach może być stosowane prawo Darcy) sprawdzono kilka próbek przy ciśnieniu zmniejszonem i otrzymano prawie proporcjonalne zmniejszenie ilości przesączanej wody.

Zaznaczyć należy, że posiadaliśmy aparat M a l m s t r ö m a, ale okazał się on w użyciu niedogodny (wycinanie cienkich a dużych płytek, gipsowanie i t. d.), jakiekolwiek uszkodzenie płytki wywoływało kolosalne zmiany w przepuszczalności, ponadto przy małem ciśnieniu (2 cm słupa wody) za-

chodzi trudność w ścisłem jego uregulowaniu. Na wady metody Malmströma zwracał już uwagę Bac (3). Z tych względów wybrano aparaturę opisaną, niewątpliwie bardzo prymitywną lecz dającą większe rękojmie ściślejszego określenia właściwej przepuszczalności.



Rys. 7.

3. Materjał obserwacyjny.

Nie przytaczając tu całego materjału obserwacyjnego (19 arkuszy 4—6-cio stronnicowych) ograniczam się do podania zestawionych już wyników w tablicy Nr. 2. W tablicy tej umieszczono ciężary próbki (100 cm³) pierwotne S_1, ciężary próbki po nasyceniu do pełnej pojemności S_3, ciężary objętościowe S_2, pojemność wodną w stosunku do suchej masy próbki oraz ilości przesączonej wody (w cm³ na 10 minut, w opisanych warunkach) w kierunku poziomym i pionowym. Po-

TABLICA 2. Materiał obserwacyjny.

Numer profilu	Środowisko	Głębokość cm	Ciężar próbki w 100 cm³: W stanie naturalnym S_1 g	Ciężar próbki w 100 cm³: Po nasyceniu do pełnej poj. S_2 g	Ciężar objętościowy suchej masy S_3 g	Pojemność wodna w % s. masy P %	Ilość wody przesiąkającej w 10 minut: Pionowa Q_v cm³	Ilość wody przesiąkającej w 10 minut: Poziomo Q_h cm³	Uwagi rodzaj torfu
1	Torfowisko niskie turzycowo-mszyste. Z. D. U. T. Sarny. Zmeljorowane w 1931 r. rowami o rozstawie 25 m gł 1,0 m dz. XXXVII	5	86,25	102,14	18,49	453	362	226	Darnina
		20	96.93	101,80	18,46	451	51	15	Spód warstwy ornej, korzenie traw
		50	93,38	95,20	11,45	732	54	8	Torf słabo rozł. ciemny, trzcina, turzyce
		100	97,11	95,75	8,26	1.060	122	53	Torf. słabo rozł. jasny, mech, turzyce
		150	97,68	97,13	10,58	817	57	31	Torf. słabo rozł. pałka wodna
		200	87,63	89,88	8,15	1.002	85	118	Torf. silniej rozł. ciemny, nieco dy
									Ogólna miąższość ~ 2,7 m, spod. piasek
2	" " "	5	98,37	106,02	21,90	384	93	42	" " "
		20	97.80	102,10	14,60	599	3	2	
		50	105,30	105,92	11,68	805	23	15	
		100	101,81	99,82	10,31	867	72	62	
		150	98,48	101,70	10,00	917	66	62	
		200	101,27	101,67	10,41	877	102	123	
3	" " "	5	95,27	102,35	20,12	408	215	52	" " "
		20	94,62	98,65	13,47	632	12	6	
		50	94,24	95,29	10,95	770	30	20	
		100	92,74	96,05	8,78	994	82	37	
		150	95,28	94,55	9,75	870	52	68	
		200	91,98	95,00	8,75	986	90	96	
		230	106,35	101,55	9,06	1.031	67	—	
		260	97,20	98,05	9,44	939	32	—	
7b	" " "	20	95,82	100,32	12,71	690	5	6	" " "
		50	90,60	94,21	10,36	810	28	23	
		100	89,82	94,27	8,73	979	105	34	
		150	98,47	99,20	9,88	904	92	106	
4	" " "	20	93,55	97,06	14,04	592	54	5	Torf silnie rozłożony, korzenie traw
		50	99,12	102,17	10,44	879	59	26	Torf słabo rozł., barwa j.-żółta, turzyce
		100	95,30	97,12	8,64	1.023	142	35	Torf słabo rozł. ciemniejszy, wiwjanit
		150	97,88	100,14	10,05	896	67	63	Torf silniej rozłożony, sity
		200	95,72	98,35	8,21	1.097	118	133	Torf silniej rozł. barwa ciemna
	dz XXXVIII dreny skrzynkowe w 1934 r.	250	98,67	98,61	11,02	794	31	9	Torf rozł., dy i części roślinne
		260	172,43	171,15	127,20	34,5	73	36	Piasek dy
									Ogólna miąższość ~ 2,7 m
5	" " "	20	93,96	95,46	14,62	553	20	28	" " "
		50	95,32	98,54	9,45	941	142	69	
		100	98,35	99,78	9,49	952	121	64	
		150	97,02	99,18	8,60	1.052	101	31	
		200	99,37	97,44	8,16	1.094	64	43	
		250	95,85	96,48	9,25	944	81	40	
		270	172,92	168,87	130,00	29,9	2	0,1	
6	" " "	20	94,60	99,04	12,05	716	28	3	" " "
		50	95,01	99,51	9,50	941	57	48	
		100	96,47	100,21	9,98	904	126	41	
		150	93,74	97,84	10,13	865	99	74	
		200	99,88	101,35	9,18	1.004	99	42	
		250	100,69	101,54	9,57	961	41	53	
		270	170,08	169,49	103,20	64,2	76	36	
7a	" " "	20	98,27	102,19	13,48	658	10	8	" " "
		50	94,74	98,19	9,66	917	68	42	
		100	90,96	93,21	8,77	964	169	40	
		150	97,49	97,84	9,53	927	72	38	
8	Torf. niskie, niezmeljorowane w odległości 150 m od południowej granicy dz. XXXVII—VIII	20	94,63	98,06	10,70	816	17	12	Dość rozł. ciemny
		50	93,76	95,39	8,83	979	128	138	J.-żółty, słabo rozł. mech, brzoza
		100	92,49	96,42	6,14	1.470	642	270	J.-żółty, sł. rozł. mech, pałka wodna
		150	96,62	97,98	9,53	929	128	41	" " " " "
									Ogólna miąższość ~ 4,0 m
9	" " "	20	100,17	102,80	13,05	687	24	16	" " "
		50	95,71	96,21	9,31	934	190	83	
		100	90,62	96,07	6,16	1.430	617	323	
		150	93,77	96,62	9,19	952	98	73	
10	" " "	20	93,89	99,72	11,84	742	49	31	" " "
		50	93,45	98,17	9,31	955	194	174	
		100	93,55	97,17	6,92	1.304	665	378	
		150	97,51	99,08	9,32	964	143	66	
11	Torf. przejściowe pod Sarnami posiadłość p. Polełyłły	20	102,01	103,96	19,34	438	1	0	Zbity, mazisty barwy czekoladowa
		40	98,96	103,24	15,30	575	2	0	mech, wełnianka, namuły
		70	119,67	121,80	17,62	591	0	0	w gł. 0,7 piasek
12	Torf. niskie, zmeljorowane w 1930 r. rowami o rozst. 9—40 Rów główny w 1927 r. dz. XXXIV.	20	83,63	98,70	20,27	387	140	287	Warstwa rolna, korzenie traw
		50	92,49	98,50	11,43	760	47	44	Słabo rozł., masa włókn., sity, turzyce
		100	96,52	99,58	10,54	845	49	42	" " " " " "
		150	96,14	99,84	10,12	887	42	24	" " " " " "
									Ogólna miąższość ~ 3,5 m
13	" " "	20	94,66	99,35	15,62	538	46	11	" " "
		50	99,70	102,31	12,13	743	30	21	
		100	99,65	103,26	10,81	855	37	41	
		150	96,41	101,12	10,30	882	62	49	
14	Torf. bagnowe. Las Państwowy w odl. 800 m od pł. granicy Z. D. U. T.	20	98,25	97,72	10,98	590	26	24	Jasno-żółty, sfagnum, słabo rozł.
		40	96,47	99,15	13,52	632	5	1	Torf silnie rozł., brunatny, mazisty
		70	96,32	96,72	11,90	713	0	0	" " " " "
									w gł. 0,7 m piasek
15	Torf. niskie. Z. D. U. T. dz. VII dreny skrzynkowe 1928 partja przybrzeżna	20	90,32	93,40	10,57	776	22	13	Warstwa rolna rozłożona
		50	93,45	95,67	9,36	923	27	25	Słabo rozłożony, trzcina, olcha
		100	91,24	93,51	12,96	621	38	13	" " " "
		115	144,32	147,74	85,60	72,6	11	7	Piasek z dy, korzenie trzcin i piasku
16	Torf. niskie. Z. D. U. T. dz. XLIII, dreny skrz. 1918 partja przybrzeżna	20	93,42	96,25	11,56	733	47	25	Częściowo rozłożony, korzenie traw
		40	94,77	97,70	8,28	1.079	76	36	Jasny, słabo rozłożony, trzcina
		60	144,19	143,27	61,50	133	48	20	Piasek, dy, korzenie trzcin
17	Torf. niskie, droga przy rowie głównym (1927 rok) dz. XXXV	20	99,07	105,07	23,30	351	19	3	Silnie rozłożony
		50	100,70	103,30	13,10	688	15	10	Zbity, jasny, turzyce, trzcina
		100	94,17	95,17	10,10	842	48	21	" " " "
		150	89,81	94,82	9,21	930	50	24	Ciemny, strukt. włóknista
									Ogólna gł. ok. 3,5 m
18	Torf. niskie, dz. XXXV w odl. 50 m od rowu główn.	20	89,26	94,19	13,19	614	117	15	Warstwa rolna
		50	93,62	96,10	9,74	886	20	8	Jasny, włóknisty, turzyce
		100	91,87	97,90	10,09	871	79	37	" " "
		150	91,49	97,08	9,11	965	25	32	" " "

nadto w rubryce „uwagi” podano opis makroskopowej analizy badanych torfów w odpowiednich warstwach.

4. Związek między przepuszczalnością a pojemnością wodną P.

Porównując szeregi cyfr z tablicy Nr. 2, wyrażające ilości przesączonej wody (Q) i pojemności wodne (P) zauważyłem pewną kierunkowość w ich przebiegu. Po naniesieniu tych wartości na podziałkę logarytmiczną okazało się, iż układają się one według pewnej prostej: ze wzrostem pojemności wodnej P rośnie ilość przesączonej wody. Wobec tego przypuściłem istnienie związku funkcjonalnego między wielkościami P i Q w postaci krzywej potęgowej typu:

$$Q = a \cdot P^b \qquad [12]$$

Zaznaczyć trzeba, iż kilka punktów wybitnie odchylało się od ogólnego prostolinijnego kierunku, po sprawdzeniu okazało się, że są to dane pochodzące:

a) z warstwy wierzchniej torfowiska, bądź to tworzącej darninę, bądź też stale uprawnej,

b) z warstwy spodniej na przejściu torfowiska w podłoże piaszczyste.

W ustaleniu funkcji $Q = f\,[P]$ pominięto je, gdyż w pierwszym wypadku na te odchylenia wpłynęły korzenie roślinności, w drugim zaś obecność piasku. Ogółem do wyznaczenia zależności $Q = f\,[P]$ użyto 74 punktów, pochodzących z warstw nienaruszanych torfowiska z wyłączeniem warstwy rolnej i warstwy przechodzącej w podłoże.

Wyznaczenie niewiadomych współczynników a, b dla równania typu 12 przy pomocy „metody najmniejszych kwadratów” jest niemożliwe. Aby współczynniki a, b wyznaczyć użyto metody przytoczonej przez D u b a c h a (8) niestety nie popartej przez niego dowodem matematycznym.

Zlogarytmujemy równanie 12:

$$\lg Q = \lg a + b \lg P \qquad [13]$$

Jest to równanie linji prostej (w podziałce logarytmicznej), której współczynniki $l_g a$ i b dadzą się łatwo obliczyć „metodą najmniejszych kwadratów".

Ustawimy warunek minimum sumy kwadratów odchyleń wartości wyliczonych z funkcji 13 od wartości obserwowanych.

$$l_g \Delta = l_g Q - l_g a - b\, l_g P$$

$$\sum [l_g \Delta]^2 = \sum [l_g Q - l_g a - b\, l_g P]^2 = \text{minimum} \qquad [14]$$

gdzie Q i P dane z szeregu cyfr obserwowanych, $l_g a$, b niewadome współczynnik, $l_g \Delta$ odchylenie wartości wyliczonej od obserwowanej.

Biorąc pochodne wyrażenia 14 (zamiast pochodnej sumy możemy brać sumę pochodnych) względem niewiadomych $l_g a$ i b i przyrównując je do zera (warunek extremum) otrzymamy dwa równania linjowe z niewiadomemi $l_g a$ i b. Po obliczeniu $l_g a$ i b równanie 13 przedstawi najlepsze przybliżenie funkcjonalnej zależności między $l_g Q$ i $l_g P$. Z wyznaczonego równania 13 łatwo przejść do formy równania 12. Zauważyć należy, że równanie 12 o współczynnikach wyprowadzonych według warunku 14 nie spełnia warunku minimum sumy kwadratów odchyleń, spełnia natomiast warunek następujący:

$$\frac{Q}{Q'} \longrightarrow 1 \qquad [15]$$

gdzie Q wartość obliczona, Q' wartość obserwowana.

Współczynniki więc $l_g a$ i b dobrane na mocy warunku 14 pozwalają na uzyskanie krzywej 12 z warunkiem 15. Będzie to również najlepsze przybliżenie funkcjonalnej zależności między Q i P.

Uzasadnienie warunku 15:

Oznaczmy przez:

Y — wartość funkcji wyliczoną przy odpowiedniem x

Y_n — wartość funkcji obserwowaną przy odpowiedniem x

przy ogólnym kształcie funkcji

$$Y = f[x].$$

Niech różnica wartości wyliczonej i obserwowanej będzie:

$$Y - Y_n = \varepsilon .$$

Podzielmy obie strony przez Y_n

$$\frac{Y}{Y_n} = 1 + \frac{\varepsilon}{Y_n}$$

wtedy

$$\frac{Y}{Y_n} \longrightarrow 1 \quad \text{o ile} \quad \frac{\varepsilon}{Y_n} \longrightarrow 0$$

Weźmy teraz jak we wzorze 14

$$\sum [l_g Y - l_g Y_n]^2 = \sum [l_g \Delta]^2 = \text{minimum}$$

tu

$$l_g Y - l_g Y_n = l_g \Delta \longrightarrow 0$$

i również $\frac{Y}{Y_n} \longrightarrow 0$ o ile $l_g \Delta \longrightarrow 0$.

Warunkowi więc 14 równania 13, $\sum [l_g \Delta]^2 = \min$ odpowiada warunek równania 12, $\sum \left[\frac{\varepsilon}{Y_n}\right]^2 = \min$ w wyniku czego ostatecznie równanie 12 spełnia warunek 15, $\frac{Y}{Y_n} \longrightarrow 1$.

Praktyczne wykonanie obliczenia $l_g a$ i b z warunku 14 przeprowadzono w ten sposób, że zamiast wartości $l_g Q$ i $l_g P$ wzięto różnice między wartością średnią z szeregu cyfr obserwowanych a wartością poszczególnej obserwacji (przesunięcie układu współrzędnych, zgodnie z metodami statystyki, Załęski, 35, Yule, 37).

A więc

$$l_g q = [l_g Q]_0 - l_g Q$$
$$l_g p = [l_g P]_0 - l_g P \qquad [16]$$

gdzie

$$[l_g Q]_0 = \frac{\sum l_g Q}{n} \qquad [l_g P]_0 = \frac{\sum l_g P}{n}$$

Wtedy współczynnik b wyrazi się uproszczonym wzorem:

$$b = \frac{\sum l_g p \cdot l_g q}{\sum [l_g p]^2} \qquad [17]$$

a równanie 13 przybierze postać

$$l_g q = b \cdot l_g p \qquad [18]$$

Aby znaleźć współczynnik $l_g a$ podstawimy do równania 18 odpowiednie wartości z równań 16 i 17.

$$[l_g Q]_0 - l_g Q = b\,[l_g P]_0 - b \cdot l_g P$$

po przeniesieniu

$$l_g Q = [l_g Q]_0 - b\,[l_g P]_0 + b\, l_g P \qquad [19]$$

Wyraz $[l_g Q]_0 - b\,[l_g P]_0$ stanowi szukany $l_g a$.

Obliczmy teraz współczynniki dla równania wyrażającego związek między ilością przesączonej wody (cm³ na 10 minut w danych warunkach) w kierunku pionowym Q_v z pojemnością wodną P.

$$[l_g P]_0 = \frac{\sum l_g P}{n} = \frac{217,325}{74} = 2,937$$

$$[l_g Q_v]_0 = \frac{\sum l_g Q_v}{n} = \frac{125,982}{74} = 1,702$$

$$\sum l_g p \cdot l_g q_v = 2,7556$$

$$\sum [l_g p]^2 = 0,5608$$

Stąd:

$$b = \frac{2,7556}{0,5608} = 4,931$$

Podstawiając wartości $[l_g Q_v]_0$, $[l_g P]_0$, b do równania 19 otrzymamy:

$$l_g Q_v = -12,780 + 4,931\, l_g P \tag{19a}$$

Sprowadzamy do formy 12:

$$Q_v = \frac{1,659}{10^{13}} \cdot P^{4,931} \tag{20}$$

Jest to zależność funkcjonalna między ilością wody przesączonej w danych warunkach a pojemnością wodną próbki torfu w danym szeregu obserwacji.

Celem sprawdzenia dokładności zachodzącego związku wyznaczymy współczynnik korelacji dla szeregu cyfr $l_g p$ i $l_g q_v$ na mocy których uzyskaliśmy równanie 20.

Współczynnik korelacji wyraża się ogólnym wzorem B r a v a i s:

$$r = \frac{\sum l_g p \cdot l_g q_v}{n \cdot \sigma_p \cdot \sigma_q} \tag{21}$$

gdzie wskaźniki zmienności σ_p i σ_q są:

$$\sigma_p = \pm \sqrt{\frac{\sum [l_g p]^2}{n}} \qquad \sigma_q = \pm \sqrt{\frac{\sum [l_g q_v]^2}{n}}$$

po podstawieniu do równania 21

$$r = + \frac{\sum l_g p \cdot l_g q_v}{\sqrt{\sum [l_g q_v]^2 \cdot \sum [l_g p]^2}}$$

Podstawiamy odpowiednie wartości liczbowe:

$$r = + \frac{2,7556}{\sqrt{18,2381 \cdot 0,5608}} = +0,907$$

Błąd współczynnika korelacji znajdziemy z wzoru Pearsona:

$$E = \pm \frac{1 - r^2}{\sqrt{n}} = \pm \frac{1 - [0{,}907]^2}{\sqrt{74}} = \pm 0{,}021$$

Współczynnik korelacji $r = + 0{,}907 \pm 0{,}021$ mówi wyraźnie o wysokiej i pewnej korelacji, zachodzącej między wielkościami $l_g Q_v$ i $l_g P$ a co za tem idzie, stwierdza dużą pewność istnienia zależności między Q_v i P według wzoru 20.

Znajdziemy teraz odchylenie średnie poszczególnego pomiaru Q_v od wartości wyliczonej z funkcji 20.

Odchylenie Δ w funkcji 18 jest:

$$\Delta = l_g q_v - b\, l_g p$$

Suma kwadratów odchyleń, mająca być minimum według przyjętego warunku wynosi w tem obliczeniu:

$$\sum \Delta^2 = \sum [l_g q_v - b\, l_g p]^2 =$$

$$= \sum [l_g q_v]^2 - 2b \sum l_g q_v \cdot l_g p + b^2 \sum [l_g p]^2$$

Podstawiamy wartości liczbowe:

$$\sum \Delta^2 = 4{,}6901$$

Średnie odchylenie poszczególnego pomiaru tej serji przy $n = 74$:

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum \Delta^2}{n}} = \pm \sqrt{\frac{4{,}6901}{74}} = \pm 0{,}2517$$

Odchylenie δ przedstawia w rzeczywistości logarytm odchylenia stosownie do konstrukcji wzoru 14. Dowolna więc wartość $l_g Q_v$ wyliczona z funkncji 19a posiada średni błąd wynoszący $\pm 0{,}2517$ a więc wartość rzeczywista $l_g Q_v'$ może być:

$$l_g Q_v' = l_g Q_v \pm 0{,}2517$$

Przechodząc od logarytmów do liczby, otrzymamy:

$$Q_v' = 1{,}785\, Q_v$$

i

$$Q_v' = \frac{Q_v}{1{,}785}$$

W danych warunkach możemy otrzymać zatem wartości wyliczone z funkcji 20, przy poszczególnym pomiarze, albo 1,785 razy większe, albo 1,785 razy mniejsze od wartości obserwowanej. Taką więc średnią dokładnością w stosunku obserwowanych poszczególnych liczb przepuszczalności Q_v' charakteryzuje się wyprowadzona funkcja.

Określimy jeszcze błąd średni średniej arytmetycznej danej serji pomiarów w stosunku do średniej wyliczonej.

W tym wypadku błąd średni m jest:

$$m = \sqrt{\frac{\sum \Delta^2}{n[n-1]}} = \pm 0{,}0294$$

a więc:

$$l_g Q_v' = l_g Q_v + 0{,}0294$$

czyli

$$Q_v' = 1{,}070 \cdot Q_v$$

i

$$Q_v' = \frac{Q_v}{1{,}070}$$

Gdybyśmy więc dla danej serji liczb pojemności wodnej P z funkcji 20 wyliczyli średnie Q_v to ta wyliczona średnia posiadałaby pewien błąd, wyrażający się tym warunkiem, iż byłaby albo 1,07 razy większa, albo 1,07 razy mniejsza od wartości średniej z bezpośrednich pomiarów przepuszczalności.

Zwiększenie więc ilości pomiarów pojemności wodnej P wpłynie na większe prowdopodobieństwo uzyskania wyliczonej z wzoru 20 wartości Q_v, zbliżonej do rzeczywistej.

Funkcji 20 nie możemy oczywiście extrapolować i uogólniać, wyprowadzona dla określonych typów torfów jest ważna tylko w obserwowanem środowisku. Czy wszystkie środowiska torfowe wykazują taki związek przepuszczalności z pojemnością nie jest kwestją rozstrzygniętą, wymagałoby to większego materjału z różnych typów. Prawdopodobnie stosunki te w torfach innych grup, np. zamulonych mogą ułożyć się nieco inaczej pod względem kształtu funkcjonalnego; na mocy posiadanego materjału stwierdzić należy jednak kierunkowość przebiegu zjawiska a więc wzrostu przepuszczalności w miarę wzrostu pojemności wodnej. Rozwinięcie tego i uzasadnienia inne podane będą przy dalszych rozważaniach.

5. Współczynnik przepuszczalności torfowiska.

Funkcja $Q_v = f[P]$ (wzór 20) wyprowadzona z bezwzględnych cyfr odnoszących się do ilości przesączonej wody może posłużyć do wyznaczenia współczynnika przepuszczalności torfowiska. Oznaczymy współczynnik przepuszczalności poziomej przez K_H, pionowej przez K_v, (ogólnie K).

Ponieważ okazało się wyżej, że między ilością przesączanej wody a wysokością ciśnienia zachodzi proporcjonalność prosta, możemy w tym wypadku zastosować wzór Darcy

$$K = \frac{v}{I} \qquad v = \text{prędkość}$$

ponadto mamy drugi warunek

$$Q = v \cdot F$$

stąd

$$K = \frac{Q}{F \cdot I}$$

W naszym wypadku Q jest w cm³/10 minut, czyli cm³/600 sek.

$$F = 75 \text{ cm}^2$$

$$I = \frac{H}{L} \quad H = 15 \text{ cm (całkowita wysokość ciśnienia)}$$

$$L = 5 \text{ cm (grubość warstwy torfu).}$$

Wtedy

$$K_v = \frac{Q_v}{F \cdot l} = \frac{Q_v \cdot 5}{75 \cdot 600 \cdot 15} = \frac{Q_v}{135\,000}.$$

Ażeby więc z równania 20 przejść do równania, w którem zamiast ilości wody będzie wprowadzony współczynnik przepuszczalności, należy obie strony równania 20 podzielić przez 135.000.

Zatem

$$K_v = \frac{1,659 \cdot P^{4,931}}{10^{13} \cdot 1,35 \cdot 10^5}$$

lub

$$K_v = \frac{1,229}{10^{18}} \cdot P^{4,931} \qquad [22]$$

Równanie 22 wyraża związek między pojemnością wodną a współczynnikiem przepuszczalności pionowej. Równanie to przedstawiono graficznie na rysunku 8, gdzie również naniesiono punkty z bezpośrednich obserwacyj.

W badanych torfach współczynnik przepuszczalności pionowej K_v, obliczony według równania 22 przy skrajnych wartościach P waha się w następujących granicach:

Przy $P = 438\,\%$ $\quad K_v = 0,0000130$

$P = 1470\,\%$ $\quad K_v = 0,0051003$

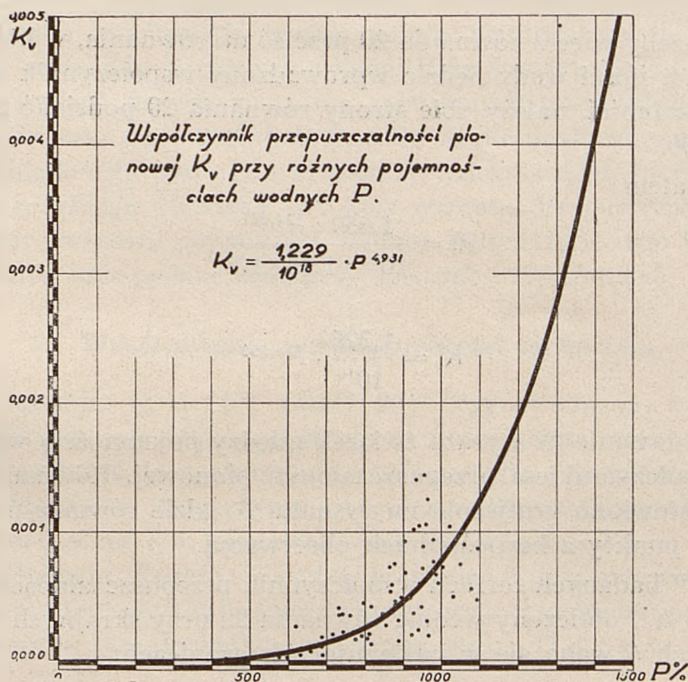
Najwyższe i najniższe wartości K_v z obserwacji wyniosły, przy P jak poprzednio:

$K_v = 0,0000074$ (Torf. przejściowe Nr. 11),

$K_v = 0,0049259$ (Torf. niskie niezmelj. Nr. 10).

W jednym wypadku otrzymano $K_v = 0,00$ (Torfowisko przejściowe Nr. 11 i torf. bagnowe Nr. 14). Maxymalna zaobserwowana przepuszczalność w opisywanych torfowiskach była 665 razy większa niż przepuszczalność minimalna (z wyłą-

czeniem przepuszczalności $K_v = 0,00$). Przypuszczam, że porównywując więcej typów torfów, otrzymalibyśmy daleko większą skalę wahań.

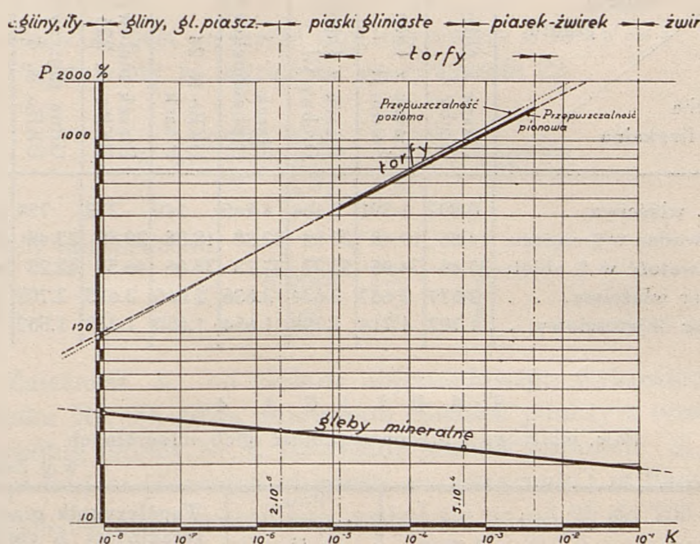


Rys. 8.

Bardzo charakterystycznem jest, że stosunki przepuszczalności i pojemności wodnej układają się w torfowisku inaczej, niż w glebach mineralnych. Z u n k e r (36), podaje dwie tabelki, przytoczone niżej (tablica Nr. 3 i 4), gdzie uzależnia współczynnik przepuszczalności od „powierzchni właściwej" gleby $[U]$, wyprowadzając również $K = f[U]$, a z drugiej strony wskazuje na związek wielkości „powierzchni właściwej" z pojemnością wodną (obliczoną w stosunku do suchej masy).

Przeprowadzając obliczenia na liczbach tablicy Nr. 3 i 4 dojdziemy do wniosku, że i w glebach mineralnych zarysowuje się pewien związek między przepuszczalną K a pojemnością wodną P.

Wyniki obliczeń zestawiono w tablicy Nr. 5, w której umieszczono również charakterystyczne cyfry dla ciężaru objętościowego danych gleb.



Współczynniki przepuszczalności torfów i gleb mineralnych [K] w związku z ich pojemnością [P].

Rys. 9.

Na rysunku 9 w logarytmicznym układzie współrzędnych wykreślono:

a) równanie 22, wyrażające związek współczynnika przepuszczalności torfowiska z pojemnością wodną,

b) oraz naniesiono cyfry z tablicy Nr. 5, ilustrujące ten sam związek w glebach mineralnych.

Z przytoczonych tablic (Nr. 3, 4, 5) i wykresu Nr. 9 zauważymy, że w torfie ze wzrostem pojemności wodnej rośnie współczynnik przepuszczalności K, w glebach mineralnych odwrotnie: ze wzrostem pojemności wodnej współczynnik przepuszczalności maleje.

Znajdziemy teraz związek współczynnika przepuszczalności K_v torfu z ciężarem objętościowym S_2.

TABLICA 3.

Pow. właściwa i poj. wodna gleb mineralnych

w-g Zunkera

Rodzaj gruntu / Cecha fizykalna	Piasek z Odry Gruby I	Piasek z Odry Średni II	Piasek z Odry Drobny III	Piasek (Hohenbockoer)	UKBo N. 24 Piasek	Piasek mułowy UKBo N. 226	Glina piaszczysta UKBo N. 4	Ił UKBo N. 12
Pow. właściwa . . .	0.892	1.391	2.164	4.545	149	212	734	10.583
Poj. wodna w % ciężaru	14.86	19.48	20 54	22.30	18.58	29 85	23.48	40.32
Porowatość w % objęt.	35.46	34.95	35.23	37.22	38 06	46 58	42,25	54 30
Ciężar właściwy. . .	2.637	2 637	2.634	2.636	2.665	2.675	2.707	2.811
Ciężar objętościowy .	1.702	1.714	1.708	1.654	1.650	1.430	1.562	1.285

TABLICA 4.

Pow. właściwa i przepuszczalność gleb mineralnych

w-g Zunkera

Grunt	Pow. właściwa U	Współczynnik przepuszczalności K cm/sek
Żwiry	1	0.1
Żwirki i piaski	1 — 20	0.1 — 5.10^{-4}
Piaski gliniaste, mułowe . . .	20 — 300	5.10^{-4} — 2.10^{-6}
Gliny piasczyste i gliny . . .	300 — 4000	2.10^{-6} — 1.10^{-8}
Ciężkie gliny i iły	4000	1.10 — ^{8}

TABLICA 5.

Przepuszczalność, pojemność wodna i ciężar objętościowy gleb mineralnych w-g tablicy 3 i 4.

Grunt	Współczynnik przepuszczalności K cm/sek	Pow. właściwa U	Pojemność wodna w % s masy	Ciężar objętościowy g/cm^3
Żwiry	0.1	1	19.3	1.64
Żwirki i piaski . . .	0.1 —5.10^{-4}	1— 20	19.3—24.5	1.64—1.55
Piaski gliniaste i mułowe	5.10^{-4}—2.10^{-6}	20— 300	24 5—30.2	1.55—1.46
Gliny piasczyste i gliny	2.10^{-6}—1.10^{-8}	300—4000	30.2—37.1	1.46—1.34
Ciężkie gliny i iły . .	1.10^{-8}	4000	37.1	1.34

Według wzoru 3

$$P = \frac{S_3 - S_2}{S_2} \cdot 100\%$$

Gdzie S_2 jest ciężarem objętościowym o ile $V = 1$. Podstawimy to wyrażenie do równania 22.

$$K_v = \frac{1,229}{10^{18}} \cdot \left[\frac{S_3}{S_2} - 1\right]^{4,931} \cdot 100^{4,931}.$$

Po uproszczeniu

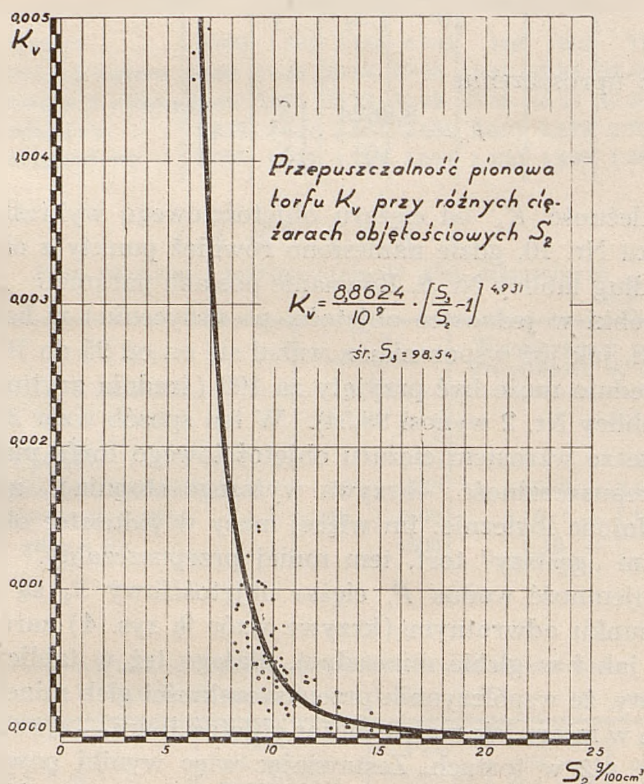
$$K_v = \frac{8,8624}{10^9} \cdot \left|\frac{S_3}{S_2} - 1\right|^{4.931} \qquad [23]$$

Zależność K_v od ciężaru objętościowego wykreślono na rysunku Nr. 10. gdzie naniesiono również punkty z obserwacji według tablicy Nr. 2. Równanie posiada parametr S_3 (ciężar próbki w jednostce objętości po nasyceniu) w badanych torfach, jak już wspomniano, wahał się on od 95 do 105 g/100 cm³ średnio może być przyjęty za 100 (średnia arytmetyczna S_3 z tablicy Nr. 2 wynosi 98,54). W ten sposób wzór 23 wskazuje, że ze wzrostem ciężaru objętościowego torfu maleje jego przepuszczalność (krzywa wyższego stopnia), zjawisko uzasadnione logicznie: im więcej masy w jednostce objętości, czyli im „gęstszy" torf, tem mniej przepuszczalny.

Pojemność wodna P, ciężar objętościowy S_2 są ze sobą w stosunku odwrotnym (krzywe wzór 9, rys. 4) zarówno w torfie jak i w glebie mineralnej, dlatego też w tablicy Nr. 5 widzimy, że współczynnik przepuszczalności gleb mineralnych maleje w miarę jak maleje ciężar objętościowy — zjawisko odwrotne niż w torfach. Zestawiając więc wyniki powyższych rozważań, otrzymamy następujący schemat (tablica Nr. 6).

Dla torfów zależność odwrotna przepuszczalności i ciężaru objętościowego nie przedstawia trudności w wytłumaczeniu. Nasuwa się jednak pytanie dlaczego w glebach mineralnych zachodzą stosunki inne niż w torfach. Przypuszczam, że wielkość, pojemność wodna i ciężar objętościowy, tak mało

zmienne w glebach mineralnych (wg. tablicy Nr. 3 i 14,86% do 40,32% i 1,714 do 1,285) nie są istotnym czynnikiem wywierającym tu wpływ na przepuszczalność. Przepuszczalność tych gleb uwarunkowana jest wielkością powierzchni właściwej (granice wahań od 0,892 do 10583 przy małych zmianach czynników: pojemności i ciężaru objętościowego), a co za tem idzie, sumą powierzchni wewnętrznej gleby, stanowiącej właściwe opory dla ruchu wody (Z u n k e r 36).



Rys. 10.

Pozostaje jednak do rozstrzygnięcia kwestja ustosunkowania się przepuszczalności torfu do jego powierzchni właściwej. Nie sądzę, aby analogiczne pojęcie powierzchni właściwej jak dla gleb mineralnych mogło być rozciągnięte na torfy, zbyt

wielkie są tu różnice struktury (ziarno — włókno), zawartość koloidów itd.

TABLICA Nr. 6.

Cecha fizykalna	Torfy	Gleby mineralne
Współczynnik przepuszczalności	rośnie	rośnie
Powierzchnia właściwa	?	maleje
Pojemność wodna	rośnie	maleje
Ciężar objętościowy	maleje	rośnie

Gdybyśmy chcieli przyjąć założenie, że wzrost przepuszczalności torfu idzie w parze ze zmniejszeniem się jego powierzchni właściwej (a co za tem następuje, ze zmniejszeniem się sumy powierzchni wewnętrznej gleby torfowej), to okazałaby się sprzeczność z tem, że równocześnie rośnie pojemność wodna. Pojemność wodna bowiem niewątpliwie maleje w miarę zmniejszania się powierzchni właściwej.

Wytłumaczenia tej sprzeczności należy szukać w strukturze torfu. Torfy młode, słabo rozłożone, włókniste, posiadają dużą pojemność wodną dzięki temu, że chłoną wodę nietylko w przestrzenie między poszczególnemi cząstkami rozłożonemi, ale napełniają nią jeszcze nierozłożone komórki w szczątkach roślinnych, z możliwościami ich pęcznienia. Przestrzenie międzywłókienkowe miarodajne dla przepuszczalności są tu znaczne, a suma powierzchni, na których woda w swym ruchu napotykać może na opory stosunkowo niewielka. W torfach silnie rozłożonych, o zniszczonej strukturze komórkowej (roślinnej), woda może zatrzymać się podobnie jak w ciężkich glebach mineralnych jedynie zagęszczając się na powierzchniach rozdrobnionego materjału i w wolnych przestrzeniach międzycząsteczkowych, możliwości chłonięcia wody są tu mniejsze, pojemność wodna takich torfów maleje. Natomiast suma powierzchni drobnych cząstek miarodajna dla przepuszczalności rośnie, powiększone opory zmniejszają przepuszczalność. Możnaby więc przypuścić w torfie istnienie dwóch

„powierzchni właściwych" wewnętrzno - komórkowej i zewnętrzno - komórkowej. Pierwsza miarodajna głównie dla wielkości pojemności wodnej, druga głównie warunkująca przepuszczalność.

W zakresie możliwości niniejszej pracy nie leży rozstrzygnięcie tych kwestyj, przytoczone rozumowanie objaśnia do pewnego stopnia opisywane zjawiska, ażeby jednak wykryć istotę rzeczy, należałoby przeprowadzić badania szersze i metodami precyzyjnemi.

Jeśli jednak chodzi o praktyczne znaczenie zdobytych obserwacyj, to nie ulega wątpliwości, że dwie wielkości, a więc pojemność wodna i ciężar objętościowy, wyraźnie charakteryzujące środowisko torfowe, mogą nam dać bardzo wiele wskazówek dla określenia przepuszczalności torfu a w następstwie stanowić pewne kryterja dla projektowania urządzeń meljoracyjnych. W glebach mineralnych te wielkości naogół mało zmienne roli takiej odegrać nie mogą i nie odgrywają (aczkolwiek ostatnio na badania pojemności wodnej zwraca uwagę w swej pracy M a k s i m o w, 19).

Porównanie współczynnika przepuszczalności K badanych torfów i współczynnika przepuszczalności gleb mineralnych (rys. 9), pozwala na stwierdzenie, że:

a) Torfowisko niskie turzycowo - mszyste (Czemerne) niezmeljorowane posiada przepuszczalność odpowiadającą grupie żwirków i piasków,

b) W tym samym kompleksie torfowisko zmeljorowane przed 6—8 laty posiada przepuszczalność mniejszą, odpowiadającą grupie piasków gliniastych,

c) Torfowisko przejściowe (Sarny) i wysokie bagnowe (Lasy Państwowe obok Zakładu Dośw.), posiadają przepuszczalność wybitnie małą, odpowiadającą glinom, a w poszczególnych punktach nawet ciężkim iłom.

6. Dwukierunkowość przepuszczalności w torfowisku.

Przeglądając wielkości Q_v i Q_H tablicy Nr. 2 zauważymy, że Q_H jest stale mniejsze od Q_v. Zajmiemy się teraz pytaniem

jaka zależność zachodzi między temi wielkościami (przepuszczalność pozioma i pionowa).

Odkładając punkty z obserwacji (Q_v i Q_H tablica Nr. 2) we współrzędnych logarytmicznych zauważono, że układają się one według prostej. Zależność więc $Q_H = f[Q_v]$ można wyrazić wzorem analogicznym do wzoru 12, czyli:

$$Q_H = m \cdot Q_v^n \tag{24}$$

Obliczenia przeprowadzone podobnie jak dla funkcji 12 dały:

$$[\lg Q_H]_0 = 1,522$$

$$[\lg Q_v]_0 = 1,755$$

$$\sum [\lg q_v]^2 = 13,5938$$

$$\sum [\lg q_H]^2 = 15,4968$$

$$\sum \lg q_H \cdot \lg q_v = 12,6891$$

Stąd

$$n = \frac{12,6891}{13,5938} = 0,9334$$

$$\lg m = 1,522 - 0,9334 \cdot 1,755 = -0,11612 = \bar{1},88388$$

$$m = 0,7654$$

Równanie 24 w postaci logarytmicznej wyrazi się jako:

$$\lg Q_H = -0,11612 + 0,9334 \cdot \lg Q_v \tag{25}$$

lub w postaci funkcji potęgowej

$$Q_H = 0,7654 \cdot Q_v^{0,9334} \tag{26}$$

Współczynnik korelacji dla związku 25 jest:

$$r = \frac{12,6891}{\sqrt{15,4968 \cdot 13,5938}} = +0,875$$

Błąd współczynnika korelacji:

$$\varepsilon = \pm \frac{1 - [0{,}875]^2}{\sqrt{73}} = \pm 0{,}028$$

Czyli:

$$r = +0{,}875 \pm 0{,}028$$

Korelacja wysoka i pewna, wskazująca na istnienie współzależności Q_H i Q_v.

Wzór 26 mówi, że między przepuszczalnością pionową i poziomą torfowiska nie zachodzi proporcjonalność prosta. Proporcjonalność prosta charakteryzowałaby się współczynnikiem $n = 1$, w tym wypadku $n = 0{,}9334$ wskazuje, że ze wzrostem przepuszczalności pionowej przepuszczalność pozioma rośnie nieco wolniej.

Równanie 26 można też wyrazić w jednostkach współczynnika przepuszczalności, gdyż wielkości Q_H i Q_v są uzyskane w jednakowych warunkach.

A więc

$$Q_H = K_H \cdot 135000$$

i

$$Q_v = K_v \cdot 135000$$

Podstawiając do równania 26 i wykonując odpowiednie przeliczenia mamy:

$$K_H \cdot 135000 = 0{,}7654\,[K_v \cdot 135000]^{0{,}9334}$$

$$K_H = 0{,}40625 \cdot K_v^{0{,}9334} \qquad [27]$$

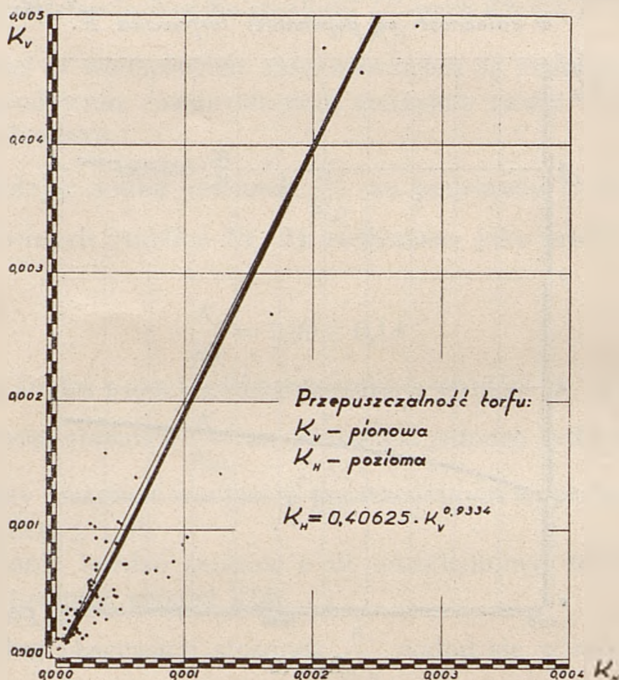
Równanie 27 odwzorowano na rysunku 11, gdzie naniesiono również punkty z obserwacji.

Ażeby znaleźć bezpośredni związek przepuszczalności poziomej K_H z pojemnością wodną P podstawimy wartości K_v według równania 22 do równania 27.

$$K_H = 0{,}40625 \left[\frac{1{,}229}{10^{18}} P^{4{,}931} \right]^{0{,}9334}$$

Po uproszczeniu otrzymamy:

$$K_H = \frac{7{,}784}{10^{18}} \cdot P^{4{,}603} \qquad [28]$$



Rys. 11.

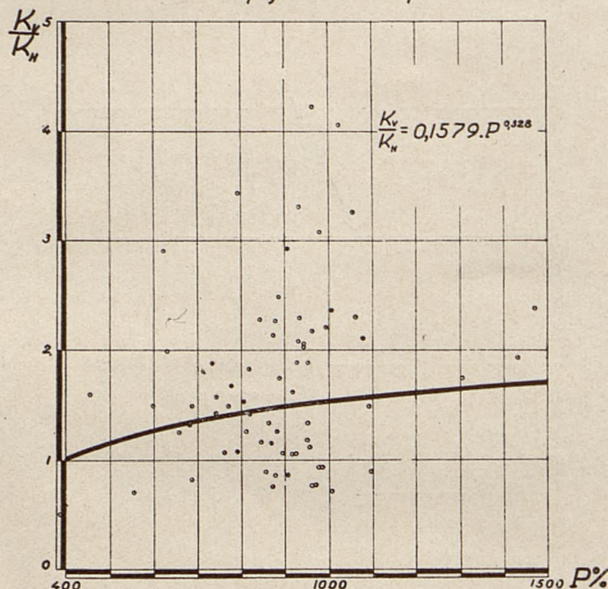
Równanie 28 naniesiono na rysunku 9. Wykresy odpowiadające funkcjom $K_H = f[P]$ i $K_v = f[P]$ nie są równoległe, zgodnie z poprzedniem twierdzeniem o nieprostej zależności między K_H i K_v.

Z równania 22 i 28 określimy stosunek $\frac{K_v}{K_H}$ zależny od jakości torfowiska scharakteryzowanej przez P.

$$\frac{K_v}{K_H} = \frac{1{,}229 \cdot 10^{18} \cdot P^{4/931}}{10^{18} \cdot 7.784 \cdot P^{4{,}603}}$$

$$\frac{K_v}{K_H} = 0{,}1579 \cdot P^{0{,}328} \qquad [29]$$

Na rysunku 12 wykreślono funkcję 29 i naniesiono również punkty obliczone na podstawie liczb pomiarowych.



Rys. 12.

Wzór 29 podobnie jak i 26 wskazuje, iż stosunek $\frac{K_v}{K_H}$ nie jest w torfie wielkością stałą, rośnie on ze wzrostem pojemności P.

Przy pojemności wodnej małej (w obserwowanych torfach $P \sim 400\%$) stosunek $\frac{K_v}{K_H}$ bliski jest jedności, przy pojemności wodnej dużej (około 1400%), stosunek $\frac{K_v}{K_H}$ zbliża się do 2. Takie ustosunkowanie przepuszczalności pionowej i poziomej w torfowisku, zaobserwowane już przez Malmströma i Baca objaśnić można strukturą torfowiska, które w mało rozłożonych warstwach (P duże) stanowi układ

pionowych naczyń, w związku z roślinnością torfotwórczą, a w warstwach silnie rozłożonych (P małe) masę niestrukturalną.

Wzór 29 jako wyprowadzony z krzywych wyrównanych 22 i 28 przedstawia średnie stosunki $\frac{K_v}{K_H}$ przy danem P. W rzeczywistości w wielkościach obserwowanych są znaczne wahania, spowodowane różnorodnością materjału nawet w tem samem środowisku.

Obliczając średni stosunek $\frac{K_v}{K_H}$ na podstawie 75 par cyfr obserwowanych (tablica Nr. 2) otrzymano jako średni w tej serji:

$$\frac{K_v}{K_H} = 2{,}00 \pm 0{,}14 \qquad [30]$$

Błąd średni poszczególnego pomiaru wyniósł $\pm$ 1,21, obliczając więc stosunek $\frac{K_v}{K_H}$ na podstawie jednego tylko pomiaru możemy otrzymać wartość w poszczególnym wypadku obarczoną błędem $\pm$ 1,21.

Wahania bardzo znaczne o ile uwzględnimy, że wartość średnia stosunku wynosi 2,00.

Według obserwacji stosunek $\frac{K_v}{K_H}$ wahał się w następujących granicach:

$$0{,}71 < \frac{K_v}{K_H} < 6{,}75.$$

W kilku wypadkach zauważono stosunek $\frac{K_v}{K_H}$ 14 i 10, jako maxymalny, zachodził on w próbkach darniny i warstwy rolnej, gdzie korzenie roślin wydatnie zwiększyły przepuszczalność pionową, co odbiło się na zwiększeniu $\frac{K_v}{K_H}$.

7. Charakterystyka badanych torfów pod względem przepuszczalności.

Z cyfr tablicy Nr. 2 możemy zestawić przeciętne własności fizykalne w poszczególnych warstwach badanych torfo-

wisk. W tablicy Nr. 7 umieszczono cztery charakterystyczne pod względem przepuszczalności środowiska torfowe.

Cyfry tablicy Nr. 7 przedstawiono graficznie na rysunku 13

Z tablicy Nr. 7 i rysunku 13 widać jasno różnice w fizykalnych własnościach torfu w tem samem torfowisku zależnie od stopnia rozkładu naskutek odwodnienia; szczególnie wielkie zmiany wykazuje współczynnik przepuszczalności, który w torfowisku niezmeljorowanem jest około 5 razy większy, niż w zmeljorowanem. W miarę zaś intensywności odwodnienia współczynnik przepuszczalności dalej maleje. Wielkości natomiast ciężaru objętościowego i ciężaru całkowitego po nasyceniu rosną. Pojemność wodna wykazuje zmniejszanie swej wielkości w miarę odwadniania.

Osobną grupę stanowi tu torfowisko przejściowe (zbliżone raczej do wysokich, profil Nr. 11). Torf ten jest w wybitnie nieprzepuszczalny, jak wspomniano wyżej, zbliżony pod tym względem do ciężkich glin. Słaba przepuszczalność, wadliwa struktura i mała zawartość powietrza (o czem niżej) spowodowały, że w doświadczeniach nawozowych prowadzonych przez Zakład Doświadczalny na tem torfowisku nie otrzymano wcale plonów. Nawet chwasty naogół silnie występujące na zagospodarowanych torfach nie pojawiły się. Jedynie poletka piaskowane cienką nawet warstwą piasku (3 cm) wykazały efekt. Meljorowanie i zagospodarowanie takich torfowisk wymagać będzie innego podejścia, niż do torfów niskich.

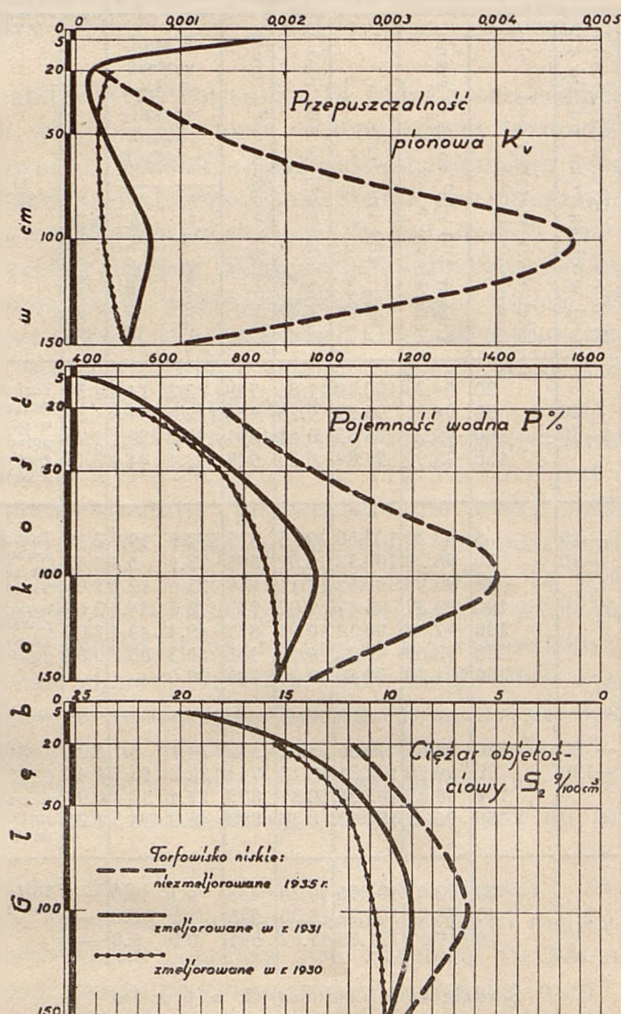
Ta okoliczność, że w miarę intensywności odwodnienia i upływu czasu od przeprowadzenia urządzeń meljoracyjnych torfowisko niskie pogarsza swe własności fizykalne, a więc przedewszystkiem przepuszczalność wyjaśnia nam dlaczego z biegiem lat maleje intensywność działania urządzeń meljoracyjnych. Na polach Zakładu Doświadczalnego Uprawy Torfowisk pod Sarnami zauważono, że działy (Nr. II—IV) zmejorowane około roku 1913-14 rowami o dość gęstej rozstawie (35—65 m, gł. 1,0 m), wykazują się w okresie wiosennym wysokiemi stanami wody gruntowej; wobec zmniejszonej przepuszczalności urządzenia nie mogą odprowadzić nadmiaru

TABLICA 7.

Środowiska torfowe charakterystyczne pod względem przepuszczalności.

L. p.	Nr. Nr. profilu	Wahania zwierc. wody grunto-wej w ciągu roku od do cm	Głębokość warstwy pod powierzchnią cm	Ciężar 100 cm³ torfu w stanie naturalnym S_1 g	Ciężar 100 cm³ torfu po nasyceniu S_2 g	Ciężar objętości w 100 cm³ torfu S_2 g	Pojemność wodna w $^0/_0$ masy P $^0/_0$	Współczynnik przepuszczalności x 100000			Uwagi
								Pionowy Kv	Poziomy KH	Stosunek $\frac{Kv.}{KH.}$	
			20	96.23	100.20	11.86	748	22.2	14.8	1.50	Torf niskie niezmeljorowane, w odl. 150 m od południowej granicy dz. XXXVII
	8	+20	50	94.31	96.59	9.15	956	126.7	97.8	1 30	
a	9	—30	100	92.22	96.55	6.41	1401	475 0	239.1	1.98	
	10		150	95.95	97.89	9.35	948	93.4	44 4	2.10	
	1, 2	—40	5	93.30	103.50	20.15	415	172.6	79.0	2.18	Torf niskie; turzycowo-mszyste, Z D U. T. Sarny, zmeljorowane w 1931 r. rowami o rozst. 25 m; gł. 1.0 dział XXXVII
	3, 7b	—90	20	96.29	100.72	14.81	593	13.1	5.4	2.42	
			50	95.93	97.65	11.11	779	25.0	12.2	2.05	
b			100	95.37	96.47	9.02	975	70.5	34.4	2 05	
			150	97.48	98.14	10 05	877	49.4	49.4	1.00	
			200	93.62	95.22	9.10	955	68.3	83.2	0.82	
			250	101.78	99.80	9.25	985	37.0	—	—	
		— 50	20	94 66	99.35	15.62	535	34.1	8.1	3.21	Torf niskie Z.D. U. T. zmeljorowane rowami otwartemi w 1930 r.: (r. 9—40 m.) dz. XXXIV
	13	—120	50	99.70	102,31	12.13	743	22 2	15.5	1.43	
c			100	99.65	103.36	10.81	855	27.4	30 4	0.90	
			150	96.41	101.12	10.30	882	45.9	36 3	1.26	
			20	102.01	103.96	19.34	438	0.7	0.0	—	Torf przejściowe pod Sarnami
d	11	?	40	98.96	103.24	15.30	575	1.5	0.0	—	
			70	119.67	121.80	17.62	591	0.0	0.0	—	
Średnie wartości środowisk a, b, c i d											
a	8.9.10	—	20—150	94.68	97.81	9.19	1016	179.4	99.1	1.81	Torf niskie niezmeljorowane
b	1, 1 3, 7b	—	20—150	96.28	98.24	11.25	803	39.5	25.3	1.56	Torf niskie zmeljorowane w 1931
c	13	—	20—150	97 60	101.53	12.21	754	32.4	22.6	1.43	Torf niskie zmeljorowane w 1930
d	11	—	20— 40	100.48	103 60	17.32	506	1.1	—	—	Torf przejściowe

Układ fizykalnych własności w środowiskach torfowych.



Rys. 13.

wód wiosennych magazynujących się w torfie. W okresie letnim przy sprzyjających warunkach klimatycznych duże parowanie z powierzchni torfowiska przyczynia się głównie do

obniżenia zwierciadła wody gruntowej, odpływ jest bardzo mały. (O s t r o m ę c k i, 20, 22). Zmniejszanie się przepuszczalności torfowisk dawno zmeljorowanych, utrudnia jednak w okresie letnim gospodarkę wodną przy nawodnieniu podsiąkowem. W wyniku opisanych procesów, zachodzących w zmeljorowanem torfowisku, okazuje się konieczność umieszczenia po kilkunastu latach dodatkowych urządzeń, a więc nastąpić musi zagęszczenie rozstawy. Przykładem tego jest dział Nr. VII na polach Zakładu pod Sarnami: zmeljorowany w roku 1928 drenami skrzynkowemi o rozstawie 25 m, gł. 1,0 m już w roku 1935 otrzymał pomiędzy kilku sęczkami dodatkowe dreny, ponieważ plony na poletkach doświadczalnych wykazywały wielką nierównomierność zależnie od oddalenia od drenu. Po przeprowadzeniu drenów dodatkowych plony na poletkach odrazu wyrównały się. Zaznaczyć należy, że dreny nie były zamulone tak, iż przyczyny zabagnienia i skoków w plonach leżały w zmniejszonej przepuszczalności samego torfu. Współczynnik przepuszczalności tego torfu $K_v = 0{,}000.178$ był około 10 razy mniejszy, niż współczynnik torfowiska niezmeljorowanego ($K_v = 0{,}001.794$), a około 2 razy mniejszy, niż współczynnik przepuszczalności w innych partjach tegoż ($K_v = 0{,}000.324$).

IV. Układ fizykalnych własności w profilu zmeljorowanego torfowiska niskiego.

Jak wyżej zaznaczono, badania nad przepuszczalnością objęły również obserwacje nad składem mechanicznym torfu. Aczkolwiek o ścisłej analizie mechanicznej, w tem znaczeniu, w jakiem odnosi się to do gleb mineralnych, nie może być mowy przy badaniu torfów, do pewnego stopnia możemy zorjentować się w charakterze budowy torfowiska, posiłkując się metodą, którą pracuje Ś w i ę t o c h o w s k i (28, modyfikacja aparatu K u d r j a s z e w a). Nie przytaczam tu opisu aparatury i metody, znajdujemy ją w pracach tego autora (28), zaznaczyć tylko należy, że wyniki otrzymane tą drogą pozwalają na dość dobre określenie stopnia rozdrobnienia mechanicznego w materjale torfowym.

Według tej metody wykonano ogółem 38 analiz mechanicznych, z czego 36 przypada na profile torfowiska niskiego zmeljorowanego Nr. 1, 2, 3, 4, 5 i 6, a 2 na profil torfowiska przejściowego Nr. 11. W badanych torfach określona była przepuszczalność, pojemność wodna, ciężar objętościowy i ponadto ciężar właściwy suchej masy torfowej.

Ciężar właściwy określono przy pomocy piknometru, jako ciecz służył alkohol, próbki wyususzone do stałej wagi (temp. 104° C), gotowano przez 30 minut w alkoholu dla usunięcia powietrza (metoda Puchnera, 23).

Posiadając ciężar właściwy i ciężar objętościowy oraz wagi próbki (obj. 1000 cm^3) w stanie naturalnym i nasyconym można obliczyć objętość torfu w próbce, objętość wody i powietrza (w stanie naturalnym i po pełnem nasyceniu).

Objętość suchej masy torfu jest:

$$\frac{S_2}{\gamma}$$

gdzie

S_2 ciężar objętościowy (w 100 cm^3 torfu w stanie naturalnym),

γ ciężar właściwy.

Objętość wody jest

$$W = S_3 - S_2$$

Objętość powietrza otrzymamy odejmując od całkowitej objętości próbki sumę objętości wody i suchej masy torfu.

$$100 - W - \frac{S_2}{\gamma} = L$$

W tablicy Nr. 8 zestawiono wyniki badań odniesione do objętości próbki wynoszącej 100 cm^3. Liczby poszczególnych kolumn stanowią średnie z 4—6 powtórzeń. Graficznie odwzorowano liczby tablicy Nr. 8 na rysunku 14, gdzie umieszczono również profil torfowiska z opisywanych pól według danych Tołpy (32).

Skład mechaniczny w % ciężaru

Ciężar objętościowy S_2 g/100 cm³

Ciężar właściwy γ g/cm³

Pojemność wodna w %% suchej masy P%

%% zawartości wody, powietrza i masy torfu w jedn. objętości

woda

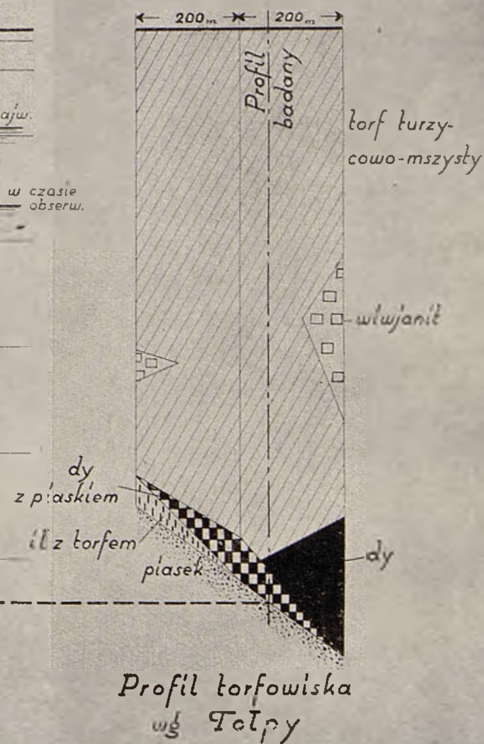
powietrze

sucha masa

Zw. wody najw.

Zw. wody w czasie obserw.

Układ fizykalnych własności w profilu zmeljorowanego torfowiska niskiego.



Rys. 14.

Przeglądając kolejno kolumny tablicy Nr. 8 i wykres 14, zanotujemy następujące wnioski:

a) C i ę ż a r o b j ę t o ś c i o w y od poziomu 50 do 250 cm układa się rozmaicie, wahania jednak są niewielkie od 8,81 do 10,58 g/100 cm³. Na poziomie 5 i 20 cm (warstwa rolna), widzimy znaczne zwiększenie się ciężaru objętościowego, wynoszące odpowiednio: 20,19 i 14,54 g/100 cm³. Warstwy te jako najintensywniej osuszone, a przytem poddane działaniu upraw mechanicznych, ulegają znacznemu zagęszczeniu, na skutek osiadania.

Podobne zagęszczenie masy obserwujemy nad dnem torfowiska, w przejściu w podłoże mineralne (tu piasek drobny), wzrost ciężaru objętościowego wywołany jest tu z jednej strony znacznym rozkładem warstw spodnich *(dy)*, z drugiej zaś domieszką części mineralnych. Samo podłoże wykazuje wreszcie bardzo znaczny ciężar objętościowy, wynoszący 120,13 g/100 cm³ (drobny piasek kwarcowy).

b) C i ę ż a r w ł a ś c i w y układa się podobnie do ciężaru objętościowego. Największy ciężar właściwy ma warstwa na poziomie 5 cm, silnie rozłożona wskutek ułatwionych procesów rozkładu przez uprawy i odwodnienie. Podłoże posiada charakterystyczny dla piasków ciężar równy 2,65. Naogół ciężar właściwy wahał się w badanych warstwach od 1,53 do 1,75.

Na podstawie wymienionych szeregów liczb możemy stwierdzić, że w torfowisku niskiem i przejściowem ciężar objętościowy i ciężar właściwy są ze sobą w zależności wprost proporcjonalnej. Wracając do tablicy Nr. 3 widzimy, że w glebach mineralnych stosunki te układają się odwrotnie. Największy ciężar objętościowy wykazuje tam piasek przy najmniejszym ciężarze właściwym, gliny natomiast mają ciężar objętościowy najmniejszy, a największy ciężar właściwy (w danym szeregu liczb), odgrywa tu rolę pochodzenia gleby (inny skład chemiczny) i porowatość.

Proporcjonalny wzrost ciężaru właściwego torfu w miarę wzrostu jego ciężaru objętościowego po za przyczyną, wynikającą z różnego rodzaju roślinności torfotwórczej w poszczególnych warstwach, objaśnić możnaby tem, że wskutek odwod-

TABLICA 8.

Układ fizykalnych własności w profilu torfowiska niskiego.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				
Nr. profilu	Głębokość warstwy pod powierzchnią cm	Ciężar 100 cm³ torfu w stanie naturalnym S_1 g	Ciężar 100 cm³ torfu po nasyceniu S_3 g	Ciężar objętościowy w 100 cm³ torfu S_2 g	Ciężar właściwy s. masy torfu γ g/cm³	Pojemność wodna w % s masy P %	Objętość suchej masy w 100 cm³ torfu $\frac{S_2}{\gamma}$ cm³	Objętość wody w 100 cm³ torfu w stanie naturalnym W cm³	Objęt. powietrza w 100 cm³ torfu w stanie naturalnym L cm³	Obj. wody w 100 cm³ torfu po nasyceniu P_v = cm³	Objętość powietrza w 100 cm³ torfu po nasyceniu	Ilość torfu danej frakcji w % ciężaru S. masy, milimetra: I > 1.0	II 1 — 0.5	III 0.5 — 0.25	IV < 0.25	Uwagi
	5	93.30	103.50	20.19	1.75	415	11.52	73.13	15.35	83.34	5.14	12.7	15.5	8.6	63.2	Torf. niskie *dz*
1, 2, 3.	20	95.24	99.02	14.54	1.55	590	9.41	80.60	9.99	84.48	6.11	29.9	16.2	9.1	44.8	XXXVII Z.D.U.T.
4, 5, 6,	50	97.61	99.44	10.58	1.60	847	6 67	86.46	6.87	88.67	4.66	34.2	17.5	8.3	40.0	
	100	96.96	98,12	9.24	1.59	967	5.86	87.72	6.42	88.88	5.26	33.8	11.9	8.6	45.7	
	150	96.68	98.42	9.85	1.52	904	6.59	86 83	6.58	88.57	4.84	36.9	16.3	10.6	36.2	
	200	96.09	97.28	8.81	1.53	1010	6.00	88.70	5.30	89.82	4.18	39.3	11.5	10.2	39.0	
	250	99.75	99.25	9.72	1.55	935	6 36	90.12	3.56	89.77	3.87	21.0	14.1	13.3	51.6	
	270	171.81	169.84	120.13	2.65	42.9	45.20	51.68	3.09	49.74	5.06	2.6	38.1	25.8	33.5	
11	20—40	102.01	103.96	19.34	1.72	438	11.27	82.67	6.06	84.62	4.11	9.8	4.4	1.8	84.0	Torf. przejściow.

nienia i upraw zachodzą w torfowisku nie tylko zmiany fizyczne (osiadanie, zagęszczanie masy), lecz chemiczne i biologiczne, zmieniające istotę masy torfowej (utlenianie, mineralizacja).

c) Pojemność wodna (w %% suchej masy), jak zresztą wynika z ogólnego wzoru przebiega odwrotnie proporcjonalnie do ciężaru objętościowego. Małą pojemność wodną wykazuje warstwa rolna i warstwy bezpośrednio nad podłożem (w torfowisku niskiem).

Torfowisko przejściowe (Nr. 11, zbliżone raczej do wysokich, bagnowych), posiada pojemność wodną małą w porównaniu z torfem niskim (zgodne z liczbami przytaczanemi przez Grodzińską, 12).

d) Stosunki objętości wody, masy torfu i powietrza w jednostce objętości torfu uderzają przedewszystkiem olbrzymim udziałem wody stanowiącej w badanem torfowisku niskiem zmeljorowanem do 90% objętości.

W warstwie 5—50 cm procent wody zmniejsza się dzięki odwodnieniu (zmienny zresztą zależnie od wahań stanów wody gruntowej i opadów) na korzyść głównie powietrza.

Objętość masy torfu wykazuje proporcjonalność do ciężaru objętościowego, a więc największa jest na poziomie warstwy rolnej i w przejściu do podłoża.

Objętość powietrza wyraźnie maleje w miarę głębokości osiągając zaledwie 3,56% w warstwach najgłębszych, podczas gdy w warstwie rolnej dochodzi do 15,35%. Zawartość powietrza w górnych warstwach zmeljorowanego torfowiska może być bardzo różna zależnie od rodzaju torfu, stopnia odwodnienia, upraw itp.

W badanym torfie przejściowym objętość powietrza w warstwie górnej (20 cm) wynosiła tylko 6,06%, torf ten jak wspomniano posiada wybitnie złe własności pod względem rolniczym. Według Reincke'go (24), optimum zawartości powietrza wynosi około 20%, w badanem torfowisku niskiem wielkość ta możliwa jest do uzyskania.

Podłoże piaskowe wybitnie odcina się układem wody, masy i powietrza od warstw torfowiska niskiego. Woda stanowi

tu 45,2%, masa 51,68%, a powietrze tylko 3,09%. Zauważyć należy, że tylko w górnych warstwach torfowiska powietrze zawiera wolny tlen, według badań Levy (11) na głębokości 1,5 m nie znaleziono już wolnego tlenu.

e) Objętość wody zawarta w torfie po pełnem jego nasyceniu (odniesiona do jednostki objętości, nosi nazwę pojemności wodnej w stosunku objętości P_v, wg. wzoru 10), wyraźnie wskazuje na proporcjonalność z pojemnością P (w % suchej masy), co już zresztą wyprowadzono przy pomocy wzoru 11.

f) Objętość powietrza w torfie po pełnem nasyceniu wodą naogół maleje w miarę wzrostu pojemności wodnej. Różnice jednak są niewielkie, średnio w badanych torfach objętość powietrza wyniosła 6,11—3,87%.

g) Skład mechaniczny wykazuje w warstwie rolnej, poziom 5—20 cm, znaczny procent frakcji IV ($<$ 0,25 cm) i mały procent frakcji I ($>$ 1 mm), w czem uwydatnia się rozdrobnienie wskutek upraw mechanicznych. Warstwy 50—200 cm nie posiadają wybitniejszych różnic w układzie procentowym frakcji. Natomiast na poziomie 250 cm (dy), widzimy znów wzrost frakcji IV, pyłowej, i spadek frakcji I, części grubsze.

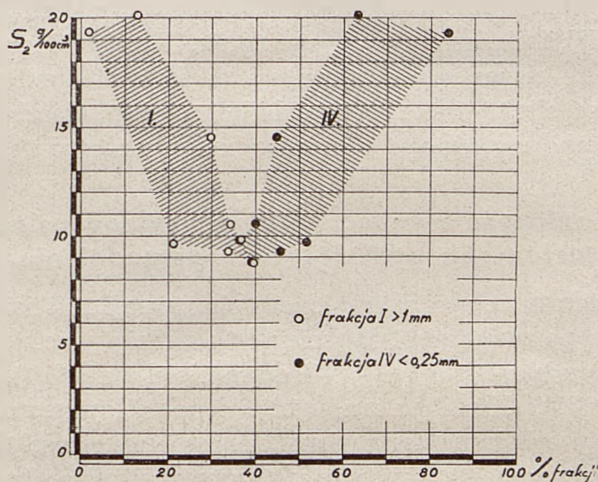
Składu mechanicznego podłoża nie możemy tu oczywiście porównywać ze składem torfu.

Opisywane torfowisko przejściowe uderza wielką ilością frakcji IV (84%), to znaczne rozpylenie objaśnia złą strukturę tego torfu.

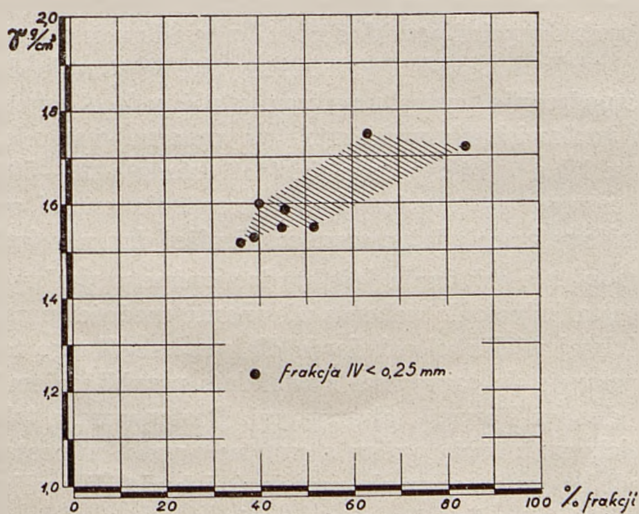
Ażeby znaleźć zależność między ciężarem objętościowym a składem mechanicznym torfu, odłożono w układzie współrzędnych (rys. 15) liczby dla ciężaru objętościowego i procentu frakcji I—IV w odpowiednich warstwach.

Łatwo tu zauważyć pewną kierunkowość a mianowicie ze wzrostem procentu frakcji IV, pyłowej, rośnie ciężar objętościowy; ze wzrostem natomiast frakcji I ciężar objętościowy maleje. Stopień zatem rozdrobnienia warunkuje w pewnej mierze ciężar objętościowy torfu.

Zgadnie z wzorem 3 pojemność wodna torfów w miarę wzrostu frakcji IV maleje.


20
S_2 g/100cm³
15
10
5
0
I.
IV.
frakcja I >1mm
frakcja IV < 0,25mm
0
20
40
60
80
100 % frakcji
Ciężar objętościowy S_2 i skład mechaniczny

Rys. 15.


2,0
γ g/cm³
1,8
1,6
1,4
1,2
1,0
frakcja IV < 0,25 mm
0
20
40
60
80
100 % frakcji
Ciężar właściwy γ i skład mechaniczny.

Rys. 16.

Na rysunku 16 przedstawiono zależność procentu frakcji pyłowej IV. i ciężaru właściwego torfu. Tutaj widocznem jest również, że ciężar właściwy zależy od ilości frakcji pyłowej, torfy więc silniej rozłożone posiadają ciężar właściwy większy niż słabo rozłożone (w obrębie badanych typów).

V. Możliwość wyznaczenia przyszłego osiadania torfowiska pod wpływem odwodnienia.

W literaturze spotykamy sporo obserwacji nad osiadaniem torfowisk po meljoracji. Wymienić tu należy prace: Baca (1,3), Dubacha (1), Gerhardta (10), Kornelli (14), Krügera (16). Naogół biorąc, uzależniają autorzy osiadanie torfowiska od jego miąższości, lub głębokości odwodnienia i w tym kierunku prowadzą obserwacje. Wielkim brakiem wszystkich obserwacyj jest nieuwzględnienie przez badaczy fizykalnych własności torfowiska pierwotnego, zapewne bowiem i miąższość pokładu i głębokość odwodnienia gra rolę, ale wielkość osiadania wywołana zmianą warunków wodnych głównie zależy od fizykalnych własności środowiska (co słusznie podnosi Dubach , nie podając jednak żadnych danych i przykładów). Z powodu odniesienia osiadania do wielkości, od których zależy ono w stopniu dalszym i nie bezpośrednio, cyfry uzyskane z różnych obserwacyj w rónżych torfowiskach wykazują tak znaczne wahania. Np. Kornella (14), podaje, że torf osiada o 20—50% głębokości rowów na powierzchni a znacznie mniej w warstwach niższych; osiadając wszelako i niżej dna rowów.

Zagadnienie osiadania jest bardzo ważne w praktyce meljoracyjnej a jednak dotychczas nie mamy możości przewidzenia właściwej wielkości osiadania dla poszczególnego torfowiska; przyjmuje się zazwyczaj z wielkiem przybliżeniem którekolwiek dane z licznych obserwacyj. Postępowanie takie nie jest właściwem rozwiązaniem a smutne wyniki w postaci nieodpowiednio umieszczonych urządzeń i budowli meljoracyjnych mamy nierzadko do zanotowania.

Teoretycznie próbował opracować kwestję osiadania Harttung (13), wychodząc ze zmiany objętości masy

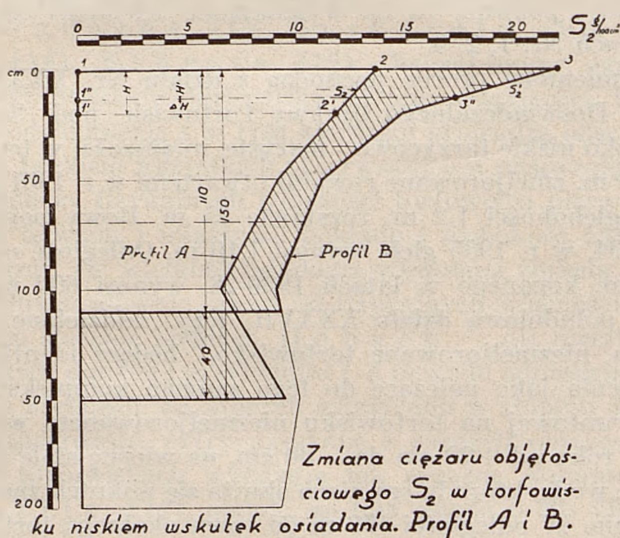
torfu po odwodnieniu, przytacza również szereg współczynników dla zbadanych torfowisk bawarskich (przeważnie wysokich). D u b a c h (7) wychodzi ze zmian wielkości ciśnienia warstw nawodnych na niżej leżące w sferze wody gruntowej. Zagadnienie pozostaje jednak nadal nierozstrzygnięte.

Rozpatrując wykresy ilustrujące rozkład ciężaru objętościowego torfu w badanych profilach (rys. 13 i tablica 7) widzimy znaczne zwiększanie się ciężaru objętościowego pod wpływem osiadania w miarę intensywności odwodnienia. Ta okoliczność pozwala tu na wyznaczenie wielkości osiadania w profilach Nr. 1, 2, 3.

Wymienione profile pochodzą z działu Nr. XXXVII pól Zakładu Doświadczalnego Uprawy Torfowisk pod Sarnami, torfowisko niskie turzycowo - mszyste, miąższości w tem miejscu 3—4 m, zmeljorowane rowami otwartemi w r. 1931, o pierwotnej głębokości 1,2 m, rozstawie 25 m. Rowy pogłębiano w 1933-34, w r. 1935 głęb. wynosi 1,10 m. Odległość od rowu głównego, kopanego w latach 1926-28, wynosi 600 m. Poza granicą południową działu XXXVII leży oddzielone rowem okólnym, niezmeljorowane torfowisko, będące identycznego pochodzenia jako należące do tego samego kompleksu. Stan wody gruntowej na torfowisku niezmeljorowanem waha się w ciągu roku od +20 cm do —30 cm, na wiosnę stale pokryte jest więc wodą, która latem nieco obniża się wskutek znacznego parowania. W odległości 150 m od rowu okólnego torfowisko to zachowało zapewne takie same właściwości, jakie posiadało przed meljoracją torfowisko działu XXXVII. Założenie to oczywiście nie jest zupełnie ścisłe, bezwątpienia bowiem rów okólny aczkolwiek o bezpośrednim zasięgu małym, działanie jakieś na ogólne kształtowanie się stosunków wodnych w torfowisku niezmeljorowanem w odległości 150 m wywiera. Z posiadanych jednak obserwacyj nad stanem wody gruntowej na terenie odległym właśnie o 150 m (prowadzonych dawniej przez B. Pr. M. P. obecnie przez Z. D. U. T.) wynika, że obniżenie letnie spowodowane jest wyłącznie przez parowanie a nie wskutek obecności rowu okólnego, który całe lato służy zresztą jako rów nawadniający dla części pól Zakładu. Z dużem więc praw-

dopodobieństwem porównać można stosunki fizykalne profilu Nr. 1, 2, 3 (oznaczymy w dalszym ciągu przez A) i profilu Nr. 8, 9, 10 (oznaczymy przez B) z odległości 150 m na torfowisku niezmeljorowanem. W dalszych więc rozważaniach przyjmować będziemy cechy profilu A jako pierwotne dla profilu B.

Na rysunku 17 wykreślono ciężary objętościowe w poszczególnych poziomach profilu A i B. Odcięte S_2 oznaczają tu ilości suchej masy torfu w 100 cm³ (próbki w stanie naturalnym) na danym poziomie.



Rys. 17.

Rozpatrzmy dowolną warstwę w profilu A o grubości H cm i ciężarze objętościowym średnim S_2. Wtedy w graniastosłupie torfu o wymiarach przekroju poprzecznego 100 cm² i wysokości H cm ilość suchej masy jest:

$$F_A = H \cdot S_2 \qquad [31]$$

Na wykresie iloczyn ten odpowiada polu F_A figury 1 2 1' 2'

Wskutek osiadania warstwa grubości H cm profilu A zmniejszy swą grubość o ΔH (profil B), wymiary linjowe

podstawy graniastosłupa zostaną te same (100 cm² powierzchni), natomiast nastąpi zagęszczenie masy torfu, wyrażające się wzrostem ciężaru objętościowego o ΔS_2.

Wtedy ilość suchej masy torfu w osiądniętej warstwie jest:

$$F_B = [H - \Delta H] \cdot [S_2 + \Delta S_2] \qquad [32]$$

Wielkość F_B na wykresie stanowi pole figury 1 3 1" 3".

Wielkości F_A i F_B są równe o ile założymy, że podczas mechanicznego zagęszczania przy osiadaniu sucha masa torfowa w warstwie osiądniętej nie uległa ilościowej zmianie w stosunku do masy warstwy pierwotnej. Nie jest to założenie zupełnie ściśle, ponieważ równocześnie z osiadaniem zachodzą procesy rozkładu materji torfowej, mające również wpływ na ciężar objętościowy, zmiany te jednak w porównaniu z wielkością przyrostu ΔS_2 od samego osiadania są niewątpliwie znikome. (H a r t t u n g).

Zakładamy więc $F_A = F_B$ czyli:

$$H \cdot S_2 = [H - \Delta H] \cdot [S_2 + \Delta S_2] \qquad [33]$$

Oznaczmy ciężar objętościowy w warstwie osiądniętej $S_2 + \Delta S_2 = S_{2B}$ i grubość warstwy osiądniętej $H - \Delta H = H_B$

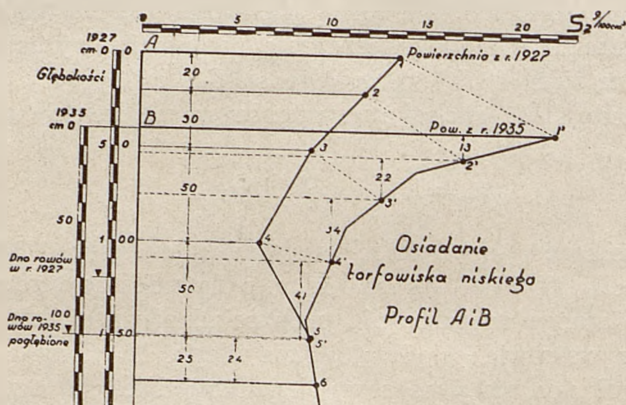
Wtedy:

$$H \cdot S_2 = H_B \cdot S_{2B} \qquad [34]$$

W równaniu 34 wielkości H, S_2 S_{2B} są znane (z bezpośrednich obserwacyj w profilu A i B), stąd łatwo wyznaczyć można grubość warstwy osiądniętej H_B, a co za tem idzie, i wielkość osiadania ΔH.

Postępując w ten sposób, wyliczono kolejno zmniejszenie grubości poszczególnych warstw profilu A w stosunku do osiądniętego profilu B. Wyniki zestawiono w tablicy Nr. 9 i rysunku 18.

Razem warstwa grubości 150 cm profilu A zredukowała się po osiądnięciu do grubości 110 cm w profilu B. Z układu liczb ilustrujących %% osiadania w stosunku do grubości poszczególnych warstw widać, że w miarę głębokości % ten



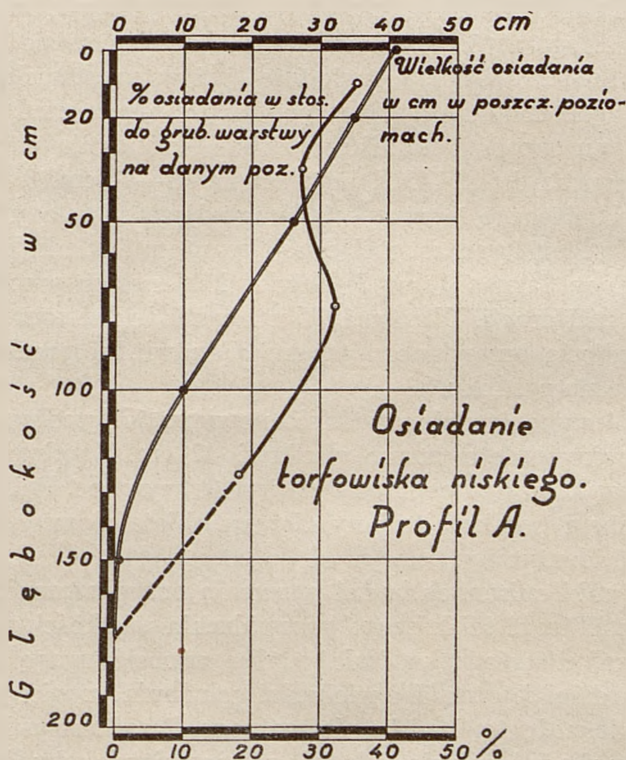
Rys. 18.

TABLICA 9

Osiadanie warstw torfowiska.

Głębokość warstwy w profilu A od do cm	Grubość warstwy w profilu A H cm	Średni ciężar obj. w poszczególnych warstwach profilu A S_2 g	$F_A = F_B$ Ilość masy torfu w warstwie	Średni ciężar objętościowy w poszczególnych warstwach osiągniętych profilu B S_{2B} g	Grubość warstwy osiądniętej W profilu B H_B cm	Wielkość osiadania w danej warstwie ΔH cm	% osiadania w stosunku do grubości warstwy w danej warstwie	Osiadanie w cm na poszczególnych poziomach	Poziom w cm od powierzchni
0—20	20	12.78	255.6	19.60	13	7	35.0	41	0
20—50	30	10.51	315.0	14.30	22	8	27.0	34	20
50—100	50	7.78	389.0	11.42	34	16	32.0	26	50
100—150	50	7.88	394.0	9.61	41	9	18.0	10	100
250—175	25	—	—	—	24	1	4.5	1	150
Suma osiadania powierzchni						41		0	175

maleje. Na rysunku 19 wykreślono %% osiadania w poszczególnych głębokościach torfu profilu *B*.



Rys. 19.

Jak wynika z rysunku 19 już na głębokości 1,75 cm % osiadania w tej warstwie jest równy zeru. Całkowita więc grubość warstwy torfowiska, które uległo osiadaniu nie przekracza 1,75 m, a zmniejszenie grubości warstwy ostatniej (1,5 m do 2,0 m) jest już znikome (średni % osiadania warstwy 1,50—1,75 jest : 4,5%, grubość 25 cm, osiadanie 1 cm).

Ponieważ jednak wartość osiadania warstwy 1,50—1,75 m wyprowadzona jest tu drogą extrapolacji (nie posiadamy bowiem bezpośrednich pomiarów w tej warstwie, w profilu *A*) ograniczmy się do przyjęcia pomierzonego osiadania po-

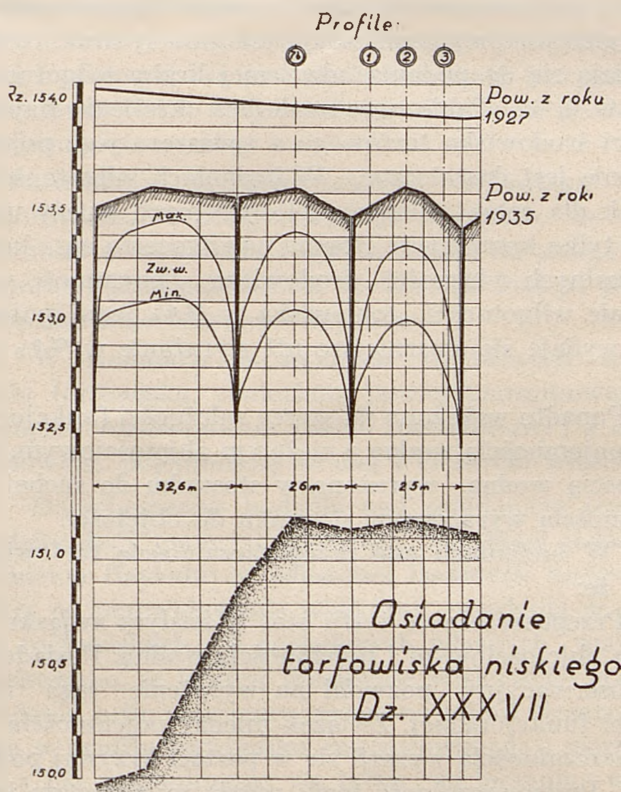
wierzchni wynoszącego 40 cm (jako suma osiadania od 0 do 150 cm głębokości). Gdybyśmy uwzględnili jeszcze wyliczone z extrapolacji osiadanie warstwy 150—175 cm, wynoszące 1 cm, to całkowite osiadanie powierzchni byłoby równe 41 cm. Z powyższego wynika, że osiadanie zachodzić może na całej głębokości torfowiska, jednak tutaj już w warstwach poniżej 150 cm było znikome i można powiedzieć niezmierzalne.

W ten sposób ustaliliśmy wielkość osiadania powierzchni torfowiska dz. XXXVII jako równą 40—41 cm.

Dla opisanego terenu posiadamy zdjęcia niwelacyjne z roku 1927 (Plan i projekt meljoracji gruntów Zakładu Doświadczalnego w Sarnach, inż. J. Rewieński), a więc przed wykonaniem meljoracji. W roku 1935 w okresie badań sporządziłem nowe zdjęcie omawianego terenu. Odpowiedni przekrój wykreślono na rysunku 20.

Obliczając średnie osiadanie powierzchni według danych niwelacyjnych, otrzymano wielkość 42 cm. Zgodność wyników z wyliczeniem poprzedniem jest tu wyraźne. Pomiary niwelacyjne i pomiary zmiany ciężaru objętościowego dały tu rezultat identyczny.

Wyniki opisanych badań nasuwają przypuszczenie, że istnieje możliwość ściślejszego przewidzenia wielkości osiadania powierzchni torfowiska. Należy tylko zwrócić uwagę na czynniki bardziej istotne dla wielkości osiadania, a więc na fizykalne własności torfowiska pierwotnego. Przedewszystkiem należałoby zbadać, jak się układają w rozmaitych odwodnionych torfach pionowe ukształtowania ciężaru objętościowego . Gdybyśmy mieli dla szeregu torfowisk pomierzony charakterystyczny średni przebieg ciężaru objętościowego w profilu po meljoracji, to łatwo obliczymy przyszłe osiadanie podobnego typu torfowiska, mierząc wielkości ciężaru objętościowego w profilu niezmeljorowanym *A*. Sprawa prawdopodobnie skomplikuje się o ile torfowisko przedstawia typ wybitnie niejednorodny czy to pod względem pochodzenia roślinnego poszczególnych warstw czy też wskutek procesów zamulenia lub rozkładu. Tem niemniej jednak sądzę, że pewne próby w tym kierunku dostarczyłyby dużo ciekawego i wartościowego materjału.



Rys. 20.

VI. Streszczenie.

Główniejsze rezultaty otrzymane w trakcie badań i rozważań nad fizykalnemi własnościami torfu i torfowiska przedstawiają się jak następuje:

I. Odnośnie do metod badań wilgotności gleb torfowych:

a) Opracowano metodę uproszczoną, przydatną zwłaszcza do polowych doświadczeń rolniczo meljoracyjnych a polegającą na wykorzystaniu pojemności wodnej jako cechy charakteryzującej dane środowisko. Oznaczenie wilgotności gleby torfowej opisaną metodą znacznie ułatwia prace przy wielkiej ilości badanych próbek.

b) Dotychczasowe dane co do optymalnego stopnia uwilgocenia gleb torfowych posiadają ten główny brak, iż badacze ograniczają się do podania oderwanej liczby wilgotności wyrażonej w %%. Takie oznaczenie bez określenia fizykalnych własności środowiska torfowego a zwłaszcza jego pojemności wodnej nie jest dostateczne. W badaniach wilgotnościowych torfowisk dla celów rolniczo-meljoracyjnych należy uwzględniać nie tylko kombinacje stopnia nawilgocenia ale i kombinacje fizykalnych własności środowiska (pojemność wodna). Wyrażenie wilgotności torfowiska w %% jego pojemności wodnej wydaje się słuszniejsze niż wyrażanie w %% ciężaru próbki.

c) Ponadto wskazano na szereg zależności funkcjonalnych między pojemnością wodną a ciężarem objętościowym, między pojemnością wodną wyrażoną w stosunku do suchej masy a pojemnością wyrażoną w stosunku do objętości.

II. W badaniach nad przepuszczalnością torfowisk zauważono, że:

a) Przepuszczalność torfu stoi w ścisłym związku z jego ciężarem objętościowym i pojemnością wodną. Posiadany materjał obserwacyjny pozwolił na wyrażenie tego związku w postaci funkcjonalnej. Związek między pojemnością wodną a przepuszczalnością wyraził się w postaci krzywej potęgowej rosnącej. Przepuszczalność torfu rośnie ze wzrostem jego pojemności wodnej.

b) Porównanie wyprowadzonej funkcji dla przepuszczalności i pojemności wodnej torfu z danemi odnośnie gleb mineralnych pozwoliło na stwierdzenie istnienia w torfach zależności innej niż w glebach mineralnych. Wielkości pojemności wodnej i ciężaru objętościowego w glebach mineralnych nie charakteryzują dostatecznie ich przepuszczalności, w torfach dwie te wielkości mogą stanowić pewne kryterjum do oceny przepuszczalności.

Cyfrowo przepuszczalność badanych torfowisk jest b. różna. Przeprowadzone porównanie z glebami mineralnemi wykazało, że zależnie od pochodzenia i fizykalnych własności torfy mogą posiadać przepuszczalność w granicach cyfr rzędu przepuszczalności od piasków do ciężkich glin.

c) Rozwinięcie badań nad dwukierunkowością przepuszczalności w torfowisku okazało, że stosunek przepuszczalności pionowej i poziomej nie jest wielkością stałą lecz zależną od własności środowiska. Zarysował się mianowicie pewien związek z pojemnością wodną.

d) Porównanie przepuszczalności torfowiska niskiego niezmeljorowanego i zmeljorowanego wykazało, że w miarę intensywności odwodnienia i upływu czasu od przeprowadzenia meljoracji przepuszczalność torfowiska maleje, pogarszają się również inne własności fizykalne.

III. W badaniach nad układem fizykalnych własności w profilu torfowiska, znaleziono pewną kierunkowość przebiegu stopnia rozdrobnienia (skład mechaniczny) z ciężarem objętościowym, pojemnością wodną i ciężarem właściwym.

IV. Dotychczasowe badania nad osiadaniem torfowiska zgromadziły duży materjał cysfrowy, skutkiem jednak nieuwzględnienia fizykalnych własności badanych torfowisk nie pozwalają na przewidywanie wielkości osiadania w poszczególnych torfowiskach. Z posiadanych własnych materjałów wywnioskowano, że istnieje możliwość ściślejszego przewidzenia osiadania o ile zwrócimy uwagę na układ ciężaru objętościowego w profilu torfowiska zmeljorowanego i niezmeljorowanego a nie ograniczymy się tylko do łączenia wielkości osiadania powierzchni z głębokością odwodnienia lub miąższością torfowiska.

VII. Wnioski ogólne.

W wyniku przeprowadzonych badań i rozważań można stwierdzić, że obecny stan wiadomości o zjawiskach zachodzących w torfowisku jest jeszcze niedostateczny dla racjonalnego projektowania urządzeń meljoracyjnych i prowadzenia należytej gospodarki wodnej w zmeljorowanem torfowisku. Przyczyną główną tych braków wydaje się **nieuwzględnianie** przez badaczy fizykalnych własności torfowisk, tak różnych zależnie od typu, roślinności torfotwórczej, zamulenia, stopnia rozkładu i stosunków wodnych, jak również **odnoszenie** pewnych zjawisk do czynników, niewątpliwie ważnych, w łańcuchu

jednak przyczyn i skutków stanowiących ogniwa dalsze lub niebezpośrdenio działające. Przykładem może tu służyć fakt prowadzenia doświadczeń na torfach nad zależnością wysokości plonu od szerokości rozstawy rowów bez dodatkowych badań nad zwierciadłem wody gruntowej, wilgotnością warstwy rolnej wreszcie bez zbadania fizykalnych cech środowiska. Między rozstawą a plonem zachodzi tak daleki związek, że bezpośrednie łączenie tych wielkości i wyciąganie wniosków jest niecelowe.

Pomijanie fizykalnych cech środowiska, ciężaru objętościowego, pojemności wodnej i przepuszczalności i składu mechanicznego w badaniach rolniczo-meljoracyjnych w torfowiskach spowodowało, że nawet na podstawie bardzo licznych dotychczasowych obserwacji nie mamy możności ścisłego przewidzenia wielkości osiadania torfu, nie znamy sposobów określenia właściwej rozstawy urządzeń meljoracyjnych nie posiadamy wreszcie ogólnych praw rządzących zjawiskami wilgotnościowemi warstwy rolnej, na których opierać się winna gospodarka wodna w torfowisku zmeljorowanem.

Nie ulega kwestji, że obserwacje dotychczasowe pozwalają na zmeljorowanie i zagospodarowanie torfowiska według pewnych zasad, są to jednak zasady raczej empiryczne i jako takie nie mogą, przynajmniej narazie, posiadać znaczenia ogólnego.

Rozważania w pracy niniejszej na tematy osiadania, przepuszczalności, składu mechanicznego i zjawisk wilgotnościowych pozwalają na wysunięcie twierdzenia, że w środowisku torfowem istnieją pewne fizykalne cechy, na mocy których wyznaczyć możemy osiadanie po odwodnieniu, określić ściślej najkorzystniejsze stosunki wodne i powietrzne a w wyniku końcowym dojść do uzasadnionego umieszczenia urządzeń meljoracyjnych i prowadzenia należytej gospodarki wodnej w poszczególnych warunkach.

Wielkościami fizykalnemi dobrze charakteryzującemi środowisko okazały się tu głównie ciężar objętościowy, pojemność wodna i skład mechaniczny. Byłoby słusznem aby badania meljoracyjno-rolnicze poszły w kierunku łączenia wszelkich

zjawisk zachodzących w torfowisku właśnie z temi wielkościami.

VIII. Zusammenfassung.

Der Verfasser stellt in seiner Dissertation seine Untersuchungen über einige physikalische Beschaffenheiten der Moorböden dar. Die Forschungen sind im Jahre 1935 in der Moorversuchstation bei **Sarny (Polen)** ausgeführt worden.

I. Abt. Vorwort.

Im Vorworte unterstreicht Verfasser, dass die physikalischen Verhältnisse der Moorboden vom Gesichtspunkte der Meliorationstechnik noch nicht genügend bearbeitet sind.

II. Abt. Über die Methoden des Feuchtigkeitversuches auf Moorböden.

§ 1. Definitionen nach Litteratur.

§ 2. Vereinfachte Methode zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgrades der Moorböden im Feldversuchen.

Nach den Definitionen des 1 § kann man für die Bodenfeuchtigkeit (die im %% des Wasserkapazitäts ausgedrückt is) die folgende Formel (6) feststellen:

$$w_p = \left[\alpha \frac{P + 100}{P} - \frac{100}{P} \right] . 100\,\%$$

Wo: w_p — Bodenfeuchtigkeit im %% des Wasserkapazitäts

P — Wasserkapazität im %% der Trockenmasse des Bodens

$$\alpha = \frac{S_1}{S_3} = \frac{\text{Gewicht einer Probe im natürlichen Zustande}}{\text{Gewicht derselben Probe nach voller Sättiguug}}$$

Wenn P eines gegebenen Feldes oder einer gegebenen Schicht des Moorbodens gekant ist (bestimmt aus enigen Versuchen) dann ist es leicht mit Hilfe der Formel (6) oder des Diagramms (1) die Feuchtigkeit zu finden, weil man nur zweimal die entnomene Probe wiegt: vor und nach Sättigung. Mit dieser Methode kann man die Bodenfeuchtigkeit von Zeit zu Zeit Massenweise bestimmen, ohne umständige Trockung und mehrmalige Wägen jeder Probe. Die Genauigkeit ist nur für Moorböden genügend. (P grösser als 250—300 %).

§ 3. Über das Optimum der Moorbodenfeuchtigkeit.

Verschiedene Autoren drücken die Moorbodenfeuchtigkeit in verschiedener Art aus, und geben bei ihren Versuchen keine Zahlen zur Charakteriesierung des untersuchten Moorbodens. Darum sind die bestimmten Optime für der Pflanzenentwickelung sehr auseinanderlaufend. Der Verfasser gibt Beispiele dafür und maint, dass für Moorböden die Feuchtigkeit am besten in %% der Wasserkapazität auszudrücken ist.

§ 4. Wasserkapazität und Volumgewicht.

§ 5. Wasserkapazität in Volumprozenten ausgedrückt.

In diesen §§ stellt der Verfasser die Zusammenhänge welche zwischen genannten Grössen stattfinden. (Formel 9 und 11)

III. Abt. Die Durchlässigkeit der Moorböden.

§ 1. Die Durchlässigkeit der Moorböden nach Litteratur.

§ 2. Die Umgebung, Gegenstand und Methode des Versuches.

Insesamt wurden 90 Punkte in 19 Profilen auf Niederungs, Ubergangs und Hochmoor **Czemerne bei Sarny** geprüft, in welchen bestimmt wurden: horizontale und vertikale Durchlässigkeit, Volumgewicht, spezifisches Gewicht der Trockenmasse, Wasserkapazität und mechanischer Zustand. Die Durchlässigkeit wurde auf laboratorischen Wege bestimmt, wozu man speziale Cylindern benützte. (Diagr. 6).

§ 3. Zahlenmaterial. (Tab. 2).

§ 4. Zusammenhang zwischen Durchlässigkeit und Wasserkapazität.

Aus den in der Tabelle 2 gegebenen Zahlen stellte der Verfasser folgende Formel fest: (12)

$$Q = a \, . \, P^{b}$$

Wo: Q — durchgelassene Menge des Wassers (in gegebenen Bedingungen)

P — Wasserkapazität im % der Trockenmasse

a, b — Formelbeiwerten

§ 5. Durchlässigkeitsziffer der Moorboden.

Nach weiteren Rechnungen bekommt der Verfasser für vertikale Durchläsigkeitsziffer die Formel: (22).

$$K_v = \frac{1{,}229}{10^{18}} \cdot P^{4{,}931}$$

Wo: K_v — vertikale Durchlässigkeitsziffer, ccm pro sek und qcm
P — wie in Formel 12

Mit abnehmender Wasserkapazität (P) eines Moorbodens nimmt auch die Durchläsigkeitsziffer ab. Wie aus den Tabellen 3—4—5 ersichtlich ist, in den Mineralböden ist der Zusammenhang zwischen K und P ganz entgegengesetzt. Da mit abnehmender Wasserkapazität die Durchläsigkeitsziffer zunimmt. Formel 23 stellt den Zusammenhang zwischen der Durchlässigkeitsziffer und dem Volumgewicht der Moorböden.

$$K_v = \frac{8{,}8624}{10^9} \left[\frac{S_3}{S_2} - \right]^{4{,}931}$$

Wo: S_3 — Gewicht der Probe nach voller Sättigung
S_2 — Volumgewicht (Gewicht der Trockenmasse in Probe).

Auf Diagramm 9 sieht man den Vergleich der Durchlässigkeitsziffer der Moor und Mineralböden.

§ 6. Zwei Richtungen der Durchlässigkeit der Moorböden.

Aus Tabelle 2 bekommt man die Formel (27).

$$K_v = 0{,}40625 \cdot K_H^{0{,}9334}$$

Wo: K_v — vertikale Durchlässigkeitsziffer
K_H — horizontale „

Das Verhältniss $\frac{K_v}{K_H}$ ist nicht ständig (Formel 29), im gut zersetztes Moorböden (wo P klein ist) $\frac{K_v}{K_H} \to 1$, in schwach

zersetzten (wo P gross ist) $\frac{K_v}{K_H} >$ bis 6,75, Im Mittel war $\frac{K_v}{K_H} = 2{,}0$.

§ 7. Charakteristik der untersuchten Moorböden mit Rücksicht auf Durchlässigkeit.

Die Durchlässigkeit der Moorböden nimmt nach der Entwäserung und mit Laufe der Zeit ab. (Tab. 7 und Diagr. 13).

IV. Abt. Die Verteilung der physikalischen Beschaffenheiten im Profile eines Niederungsmoores.

Diagramm 14 stellt dar: Volumgewicht, spezifisches Gewicht, Wasserkapazität, volumetrische Verhältnisse des Wassers, der Luft und der Torfmasse, mechanischer Zustand (auf spezialem Apparate geprüft)) im Profile eines entwässertes Niederungsmoores.

V. Abt. Uber die Möglichkeit die künftige Sackung eines Moores zu bestimmen.

Durch Vergleich einerseits der Volumgewicht und anderseits der Nivelierdaten des unentwässerten und entwässerten Moores kommt Verfasser zur Meigung, dass im Wege der Forschungen über physikalische Zustände des Moores die Sackung genau voraussehen werden könne. Bisherige Methoden zur Schätzung der Sackung nach Tiefe der Moorschichte oder nach Entwässerungstiefe sind unzureichend.

VI. Abt. Zusammensetzung in polnischer Sprache.

VII. Abt. Schlussfolgerungen.

VIII. Abt. Zusammenfassung in deutscher Sprache.

IX. Abt. Litteraturverzeichniss.

Literatura.

1. Bac S. Osiadanie torfowiska dublańskiego pod wpływem odwodnienia (Roczn. Nauk Roln.) 1930.

2. Bac. S. Osiedla na torfowiskach 1930.

3. Bac S. O niektórych zmianach w torfowiskach niskich, powstałych wskutek osuszenia i nawodnienia (Inż. Rolna) 1932.

4. Bac S. Zasady projektowania szluz drewnianych na torfowiskach głębokich. (Prace B. Mel. Polesia) 1933.

5. Bac S. i Świętochowski B. Badanie wpływu stosunków wodnych w torfowisku niskiem na niektóre procesy biochemiczne i plonowanie (Roczn. Nauk Roln.) 1934.

6. Brüne F. Grundsätze für die Regelung des Wasserhaushalts in ladwirtschaftlich genutzten Moorböden und ihre technische Durchfürung 1929.

7. Dubach A. i Sparro R. Osuszenje bołot odkrytymi kanawami 1929.

8. Dubach A. Matematika w melioracji 1930.

9. Ganża B. O pieresuszkie bołot w swjazi s opytami i nabludienjami opytnoj stancji. Trudy minskoj bołotnoj stancji Nr. 8) 1925.

10. Gerhardt P. Kulturtechnik 1922.

11. Giesecke F. Das Verhalten des Bodens gegen Luft. (Handbuch der Bodenlehre) 1930.

12. Grodzińska W. Materjały do poznania składu chemicznego torfowisk poleskich 1934.

13. Harttung M. Die Sackung der Moore (Der Kulturtechniker) 1934.

14. Kornella A. Meljoracja gruntów torfowych 1932.

15. Kostiakow A. Osnowy melioracji 1927.

16. Krüger E. Kulturtechnischer Wasserbau 1921.

17. Łaszewski J. Badania nad przepuszczalnością gleby (Inż. Rolna) 1935.

18. Malmström C. Methoden zur Untersuchung der Waserverhältnisse von Torfböden 1930.

19. Maksimow A. Nowa metoda badań glebowych dla celów meljoracyjnych (Inż. Rolna) 1934.

20. Ostromęcki J. Przyczynek do badań nad działaniem urządzeń meljoracyjnych w torfowisku niskiem (Inż. Rolna) 1934.

21. Ostromęcki J. Obserwacje nad biciem i wyciąganiem pali w torfowisku (Inż. Rolna) 1935.

22. Ostromęcki J. Parowanie z powierzchni łąki torfowej jako funkcja czynników klimatycznych. (Roczn. Łąkowo Torfowy) 1936.

23. Puchner H. Der Torf. 1920.

24. Reincke R. Die Bedeutung des Luftgehaltes und und Grundwasserstandes im Niederungmoorböden für die Erträge der Wiesen 1932.

25. Siegrist R. Zur Praxis der physikalischen Bodenanalyse. (D. Kulturtechniker) 1933.

26. Skotnicki C. Technika odwadniania bagien 1929.

27. Skotnicki C. Moje poglądy na metody określania rozstawy sączków (Inż. Rolna) 1935.

28. Świętochowski B. Wpływ gospodarki polowej i łąkowej na

niektóre fizykalne i biochemiczne własności torfu i jego żyzność (Rocznik Łąkowo-Torfowy) 1935.

29. Szymkiewicz D. Badania ekologiczne (Kosmos) 1933.

30. Szymkiewicz D. Uwagi w sprawie rzekomo grożącego przesuszenia Polesia (Prace B. Melj. Polesia) 1933.

31. Tacke B. Die Naturwissenschaftlichen Grundlagen der Moorkultur 1929.

32. Tołpa S. Torfowiska okolicy Sarn (Prace B. Melj. Polesia) 1933.

33. Tomaszewski J. Gleby błotne Polesia 1935.

34. Turczynowicz S. Meljorowanie i zagospodarowanie torfowisk 1934.

35. Załęski E. Metodyka doświadczeń rolniczych 1927.

36. Zunker F. Das Verhalten des Bodens zum Wasser (Handbuch der Bodeblehre) 1930.

37. Yule U. Wstęp do teorji statystyki. 1921.

W. Niewiadomski.

Gęstość sadzenia i obsypywanie ziemniaków na torfowisku niskiem.

Wpłynęło 4. V. 1936 r. (z Zakładu Doświadczalnego Uprawy Torfowisk pod Sarnami).

Ośmioletnie badania doświadczalne podane w niniejszej pracy — prowadzone na torfowiskach niskich przez Zakład Doświadczalny Uprawy Torfowisk pod Sarnami — miały na celu dać rolnikom pracującym na warsztacie gleb torfowych, a w szczególności na torfach niskich, wytyczne co do gęstości sadzenia, oraz częstości obsypywania ziemniaków. Podobne badania na torfowiskach wysokich przeprowadziła stacja doświadczalna w Bremie, w latach 1930, 1931 i 1932. Niżej przytoczone tablice wykazują, że wyniki ośmioletnich badań Z. D. U. T. pod Sarnami są dostatecznie zgodne mimo bardzo różnorodnych, a nawet skrajnie przeciwnych warunków meteorologicznych w poszczególnych latach doświadczenia. Wyniki te można więc przyjąć za podstawę dla odnośnej gałęzi gospodarki rolnej na tego typu torfach.

Niniejsza praca rozpada się na dwie zasadnicze części:

A) Doświadczenie z gęstością sadzenia ziemniaków.

B) Doświadczenie z obsypywaniem ziemniaków.

A. Doświadczenie z gęstością sadzenia ziemniaków.

1) Warunki meteorologiczne w okresie doświadczenia.

Na tablicy Nr. 1 zestawione zostały sumy opadów miesięcznych i rocznych za okres od roku 1928 — 1935.

Tab. Nr. 1 Suma opadów za miesiąc i rok w latach
Durchschnittliche Monats und Jahresniederschlöge.

Rok Jahr	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	Srednie Durchschnitt	
Styczeń	10.5	5.9	10.9	11.9	9.5	9.7	2.7	31.7	11.6	
Luty	32.1	62.4	9.6	11.9	17.6	29.4	12.4	16.3	24.0	
Marzec	13.1	143.1	14.8	17.4	6.5	16.4	22.2	12.1	30.7	
Kwiecień	69.7	108.2	41.3	27.8	19.5	33.4	37.1	67.8	50.6	Okres wegetacji — Vegetationszeit
Maj	119.9	65.6	53.6	24.2	23.3	123.8	36.2	25.8	59.1	
Czerwiec	43.6	75.3	18.9	42.6	90.9	145.4	59.2	105.9	72.6	
Lipiec	29.6	76.8	74.8	28.4	50.3	68.6	136.4	100.4	70.7	
Sierpień	104.5	76.6	83.4	94.2	78.2	40.5	124.7	23.0	78.1	
Wrzesień	58.1	42.2	86.3	113.8	38.1	62.5	14.3	51.0	58.3	
Październik	35.7	54.7	40.6	49.9	68.9	51.8	27.1	15.5	43.0	
Listopad	15.9	32.9	76.9	16.2	29.6	38.8	40.7	3.9	31.9	
Grudzień	19.3	22.6	15.1	41.3	29.6	23.2	6.6	27.7	23.2	
Roczna suma opadów	552.0	766.3	526.2	479.6	462.0	643.5	519.6	481.5	553.8	

Prof. Dr. E. Kopp. Jena und Dr. H. H. Wick (Pflanzenbau, Pflanzenschutz, Pflanzenzucht) — Berlin 10 Jahrgang (Heft 3).

Tablica Nr. 2 podaje nam stan średnich temperatur miesięcznych, rocznych w okresie 8-miu lat doświadczenia (od 1928 — 1935 r.).

Tablice Nr. 1 i Nr. 2 pozwalają nam na zorjentowanie się co do przebiegu pogody w okresie doświadczenia. Porównując średnią otrzymaną z sumy opadów za okres ośmioletni (od 1928 do 1935 roku), która wyraża się liczbą 553,8 mm opadu, z sumami opadów rocznych poszczególnych lat doświadczalnych, dochodzimy do następujących spostrzeżeń: lata 1929 i 1933, były latami mokremi — 1931, 1932, 1935 wybitnie su-

chemi, zaś rok 1935 również o małej sumie opadów rocznych, wyróżnił się bardzo znacznemi opadami w czerwcu i lipcu (prawie 1/2 rocznego opadu). Lata 1928, 1930, 1934 zaliczyć należy raczej do umiarkowanych pod względem opadów.

Tablica Nr. 2. Średnie temperatury za miesiąc i rok w latach:
Mittlere Tagestemperatur. C.

Rok Jahr	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	Średnie Durchschnitt
Styczeń	—2.7	—9.5	—2.0	—5.2	—2.2	—9.2	—5.2	—8 2	— 5.52
Luty	—5.6	—15.4	—3.2	—5.9	—10.5	—4.2	—2.1	—2.3	— 6.15
Marzec	—3.0	—4.6	2.2	—2.5	—6.1	0.3	3.4	—0.9	— 1.40
Kwiecień	6.1	1.9	8.2	4.5	6.2	3.7	9.8	6.8	5.90
Maj	11.9	15.4	12.5	15.8	15.5	11.7	14.6	11.3	13.56
Czerwiec	13.2	14.2	17.3	16.7	15.7	14.6	15.9	17 6	15.62
Lipiec	17.8	17.7	16.2	19.6	19.8	18.6	17.7	15.7	17 66
Sierpień	14.9	17.2	16.8	16.9	17.3	15.5	17.5	16.5	16.56
Wrzesień	11.9	10 4	12.2	10.5	14.9	11.3	14.0	12.7	12.23
Październik	6.4	9.5	8.0	5 8	8.6	7.8	9.2	10.2	8.18
Listopad	5 2	3.7	4.3	0.3	1.6	1.3	4.5	0.0	2.81
Grudzień	—3.0	—0 7	—5.2	—2.5	—0.5	—8.3	—4.7	—0.4	— 3.18
Srednia roczna	6.1	5.0	7.3	6.2	6.8	5.2	7.9	6.5	6.36

Jeżeli podobne zestawienie przeprowadzimy dla temperatur, to w porównaniu do średniej ciepłoty rocznej, otrzymanej z okresu dziesięcioletniego, a wyrażającej się liczbą 6.61° C., zaliczyć trzeba lata 1930 i 1934 do lat ciepłych, 1929 i 1933 do zimnych; pozostałe zaś lata 1928, 1931, 1932 pod tym względem nieznacznie odbiegają od średniej z dziesięciolecia. Nie znaczy to jednak, aby rozkład ciepłoty rocznej był w poszczególnych

miesiącach lat porównawczych identyczny, względnie bardzo zbliżony do siebie, co zresztą jest widoczne z tablicy Nr. 2.

Na podstawie przebiegu opadów oraz temperatury w okresie doświadczenia (Tablice Nr. 1 i 2), można ustalić powody rozbieżności wyników, otrzymanych w niektórych latach, co zresztą później zostanie omówione.

2) Opis doświadczenia.

Doświadczenie z gęstością sadzenia ziemniaków rozpoczęto w Z. D. U. T. w roku 1928 na torfowisku niskiem o typie turzycowo-mszystem, głębokiem 3 do 6 m, zasobnem w związki fosforowe, pojawiające się w postaci wiwianitów, o minimalnej zawartości potasu, a kwasocie powyżej 5 PH[1]).

Początkowo w doświadczeniu zaczęto stosować sadzenie ziemniaków w szerokich rzędach: od 50 × 50 cm, aż do 80 × 80 cm i w tych granicach starano się ustalić najkorzystniejszą rozstawę dla odmiany Klio — natomiast pominięto gęstsze sadzenie tak często spotykane u naszych włościan.

W późniejszej fazie doświadczenia porównano dwie odmiany ziemniaków najczęściej uprawiane na torfach, a mianowicie średnio wczesną (Klio) i późniejszą (Deodara). Niestety sprawa zachowania się tych odmian w różnych gęstościach sadzenia została potraktowana jako zagadnienie dodatkowe niejako uboczne. Poświęcono mu zbyt krótki, bo zaledwie dwuletni okres doświadczeń, zupełnie niewystarczający do wyjaśnienia tego dość ważnego problemu.

Pierwsze trzy lata doświadczeń stwierdziły, że rozstawa 50 × 50 cm była najkorzystniejszą, a sadzenie już w sz.erszych rzędach aniżeli 50 × 60 cm wyraźnie obniżyło plon. W tem sposób została uchwycona górna krytyczna granica gęstości sadzenia. Należało jeszcze zbadać, jak daleko można przesunąć

---

[1]) Doc. Dr. B. Świętochowski: skład chemiczny, kwasota i zdolności regulujące niektórych ważniejszych typów torfów występujących na Polesiu. (Inż. Rol. Nr. 2 i 3 rok 1933). St. Tołpa: Torfowiska okolicy Sarn. (Biuro Mel. Pol. Brześć nB. rok 1933).

dolną krytyczną granicę w kierunku gęstszego sadzenia[2]). Wskutek tego począwszy od roku 1928 aż po koniec roku 1935, zmieniono schemat rozstawy rzędów na następujący: 40 × 30 cm, 50 × 40 cm, 50 × 50 cm, 50 × 60 cm, 60 × 80 cm.

W pięciu tych kombinacjach sadzenia ziemniaków oznaczono plon brutto i netto (w q na ha), % i plon skrobi (w q na ha) ilość kłębów w 5 kg, oraz przeprowadzono kalkulację pieniężną dla plonów z następujących lat: 1932, 1933, 1934 i 1935.

Procent skrobi w ziemniakach torfowych oznaczono w wodzie studziennej o temperaturze 17° C za pomocą wagi Reimana. Tablice Maerckera oparte na ciężarze właściwym, a stosowane w tem oznaczeniu, dają dla ziemniaków torfowych za niskie wyniki. Sprawę tę wyjaśnił szwedzki uczony Herman Hjertsted na podstawie analiz chemicznych, z których wynika, że zawartość suchej masy i skrobi w ziemniakach nie zawsze jest wprost proporcjonalna do ciężaru właściwego, a zmienia się skutkiem różnych warunków ekologicznych. Odchylenie to powodują substancje nieskrobiowe zawarte w suchej masie, a zwłaszcza popiół mineralny. Ponieważ ziemniaki z torfu mają mniej tych substancyj niż ziemniaki z gruntów mineralnych, przeto tablice Maerckera dają za niskie procenty skrobi. Metoda Hjerstedta nie jest ścisła, ale do czasu opracowania własnych tablic musimy się nią posługiwać[3]).

Zestawienia liczbowe wraz z omówieniem wyników i wysnutemi z nich wnioskami, zawarte są w dalszej części niniejszej pracy.

Dla ujednostajnienia warunków, w których odbywały się badania, stosowano — w miarę możności — w zasadniczych zarysach następujący rodzaj uprawy:

---

[2]) Górna, względnie dolna krytyczna granica gęstości sadzenia wg. dr. B. Świętochowskiego, jest to taka rozstawa rzędów, której przekroczenie (rozszerzenie, lub zwężenie rozstawy rzędów) znacznie obniża plony.

[3]) Hermen Hjertstedt: Svenska Mooskulturföreningens Tidskrift 1932, Nr. 1, T. 46. Om torrsubstans—och stärkelschalt i torojordspotalis. Tablice, oraz metodę tę podaje Dr. B. Swiętochowski w kwartalniku „Łąka i Torfowisko” Nr. 3 rok II.

a) **Uprawa mechaniczna:** orka jesienna, talerzowanie, bronowanie, wałowanie na wiosnę.

b) **Nawożenie:** 100 kg K_2O na ha w soli potasowej kałuskiej albo strassfurckiej, w kainicie lub sylwinie.

c) **Sadzenie:** Sadzono pod łopatę w końcu maja i początkach czerwca. Po zasadzeniu wałowano. Sześć lat zrzędu sadzono odmianę Klio, zaś od roku 1932 do roku 1935 odmianę Deodara.

d) **Prace pielęgnacyjne:** Oprócz dwóch obredleń wykonanych na krzyż stosowano w miarę potrzeby motyczenie, pielenie, bronowanie i t. p.

e) **Kopanie:** Kopano łopatami.

f) **Obserwacje** prowadzone systematycznie w okresie badań, nie wykazały w żadnym roku wybitnych różnic w zjawiskach fenologicznych między poszczególnemi kombinacjami w okresie ich wegetacji. Jedynie tylko, nieco silniejsze rozkrzewienie i silniejszy wzrost naci, można było zauważyć na poletkach o rzadszem sadzeniu. Wschody były wszędzie wyrównane i jednoczesne. Z chorób pojawiły się w tym okresie sporadycznie w roku 1933: zaraza ziemniaczana o bardzo słabem nasileniu, natomiast w roku 1932 bardzo silnie ucierpiała odmiana Klio przez kędzierzawkę. Inne choroby jeżeli wystąpiły, to w tak niskim stopniu, że wpływ ich nie oddziałał zupełnie na wydajność plonu.

3) Wpływ gęstości sadzenia ziemniaków na plon brutto.

Na tabelach Nr. 3 i 4 zostały zestawione — dla całego okresu doświadczenia plony ziemniaków (brutto) oraz ich liczby porównawcze (względne).

Z tablicy Nr. 3 i 4 wynika, że największe plony (brutto) w okresie ośmioletnich doświadczeń uzyskano dla gęstości sadzenia ziemniaków leżących w granicach od 40 × 30 cm. do 50 × 60 cm. Wszystkie większe rozstawy rzędów niż 50 × 60 cm. dawały stopniowo ze wzrostem odległości coraz mniejszy plon brutto. Ostatecznie wyniki są dostatecznie zgodne mimo, że okresy wegetacyjne w poszczególnych latach wykazywały znaczne różnice w warunkach meteorologicznych: rok 1928

Tab. Nr. 3. Plony ziemniaków brutto z okresu czterech lat: 1928, 29, 30, 31, podane w q z ha:

Kartoffelerträge brutto aus vier Versuchsjahren: 1928-1931 in q pro ha.

Ścisłość sadzenia Saatdichte	Plony brutto w q z ha, oraz liczby porównawcze plonów. Brutto erträge in q pro ha und Vergleicheszifern der erträge.			
	1928	1929	1930	1931
50 cm × 20 cm = 0·10 m^2	—	—	—	374±12·5 100
40 cm × 40 cm = 0·16 m^2	—	—	—	374± 2·5 100
60 cm × 40 cm = 0·24 m^2	—	—	—	353± 6·9 94
50 cm × 50 cm = 0·25 m^2	252±11·3 100	243± 2·7 100	173± 5·8 100	—
50 cm × 60 cm = 0·30 m^2	242± 6·4 96	232± 3·8 96	173± 3·0 100	324± 9·2 87
60 cm × 60 cm = 0·36 m^3	232± 7·7 91	232± 0.9 96	164± 3·1 95	—
70 cm × 70 cm = 0·49 m^2	221± 9·3 87	227± 3·9 94	152± 4·8 88	—
80 cm × 80 cm = 0·64 m^2	202± 7·2 79	186± 5·0 76	143± 2·2 83	—

naprzykład był rokiem zimnym, a wskutek tego termin sadzenia ziemniaków opóźnił się bardzo w porównaniu z innemi latami. Rok 1929 był zimny i mokry, zaś 1930 bardzo suchy w pierwszym okresie wegetacji (czerwiec) co oczywiście wpłynęło w dużym stopniu na obniżenie plonów, a długotrwałe deszcze w następnych miesiącach nie zdołały ich już poprawić. W roku 1931 uzyskano dość znaczny zbiór ziemniaków mimo znacznej suszy w pierwszym okresie wegetacji, a ogromnych opadów w sierpniu i wrześniu wynoszących w sumie prawie połowę opadu rocznego, bo 208.1 mm. Następny rok 1932 dał również niezły zbiór, a był ot najsuchszy rok z całego okresu

Tab. Nr. 4. Plony ziemniaków (brutto), w następnych latach doświadczenia: 1932, 33, 34, 35 w q z ha.

Kartoffelerträge brutto in den folgenden Versuchsjahren 1932-1935 in q pro ha.

Gęstość sadzenia Saatdichte	Plony brutto w q z ha, oraz liczby porównawcze plonów z 4 lat doświadczenia Bruttoerträge in q pro ha und Vergleichsziffern der Erträge aus 4 Versuchsjahren					
	Rok 1932		1933		1934	1935
	„Klio"	„Deodara"	„Klio"	„Deodara"	„Deodara"	
40 cm×30 cm= =0.12 m²	217±33.7 100	252±14.2 100	182± 9.4 100	326±21.8 100	200± 4.0 100	161 ±13.4 100
50 cm×40 cm= =0.20 m²	209± 8.6 96	228±11.3 90	166±12.4 91	286±28.6 88	161 ± 5,0 81	130 ± 6.2 81
50 cm×50 cm= =0.25 m²	172± 8.3 79	242±11.0 96	144±16 0 79	267±19.6 82	160 ± 2.4 80	136 ± 3.2 84
50 cm×60 cm= =0.30 m²	137± 3.7 63	219± 2.7 87	143±21.2 78	258±21.4 79	163 ± 5.6 98	158 ± 12.6 82
60 cm×80 cm= =0.48 m²	124±10.0 57	187± 8.6 74	104±12.6 57	208±23.8 64	149 + 4.9 75	137 ± 5.8 85

doświadczenia. Natomiast lata wyjątkowo mokre i zimne dały niższe plony. Lata 1934 i 1935 średnio wilgotne i ciepłe dały plony najniższe przyczem rok 1935 odbiegł niespodzianie dosyć znacznie od wyników poprzednich lat, na skutek niekorzystnego rozkładu opadów w okresie wegetacyjnym.

Z powyższego sprawozdania widać, że — ogólnie biorąc — lata suche i ciepłe dały lepsze plony brutto, niż bardzo wilgotne i zimne, że przeto na torfie niskim — suszy ziemniaki się nie boją, czego dowiodły nam dwa najsuchsze lata okresu doświadczeń, a mianowicie 1931 i 1932 wykazując się wysokiemi zbiorami.

Jeżeli chodzi o wpływ warunków meteorologicznych na plonowanie ziemniaków sadzonych w różnych gęstościach, to doświadczenia nasze nie wykryły tu żadnej zależności. Lepsze wyniki gęstszego sadzenia ziemniaków były osiągane z jednakową prawidłowością w poszczególnych latach doświadczalnych mimo bardzo różnych warunków meteorologicznych. Ani ilość opadów i ich rozłożenia w miesiącach, ani ciepłota nie wpłynęły w uchwytnym stopniu na przełamanie prawidłowości gęstego sadzenia. W latach 1932 i 1933 starano się wyjaśnić pytanie „czy otrzymane dotychczas wyniki badań nie ulegną zmianie, gdy zaczniemy sadzić rozmaite odmiany ziemniaków?”. W naszem doświadczeniu badano tylko dwie odmiany uprawiane najczęściej na torfach niskich, a mianowicie: 1) odmianę Deodara, późniejszą, bujną, o większej plenności oraz 2) odmianę wczesną mniej plenną, słabiej krzewiącą się — Klio. W pierwszym i drugim roku badań obie te odmiany wykazały te same prawidłowości, a mianowicie w miarę wzrastania gęstości sadzenia plon brutto też wzrastał. Jednak intensywność reagowania na gęstość sadzenia była u obu odmian różna. A mianowicie dla odmiany Klio (jak widać z tabeli Nr. 4) w obu latach górna krytyczna granica nie przekraczała rozstawy rzędów 50 × 40 cm. Wszelkie szersze sadzenie, a więc już 50 × 50 cm., tembardziej 60 × 60 cm. wyraźnie obniżało plon. Natomiast dla odmiany Deodara krytyczną granicą była rozstawa 50 × 50 cm.

Wyniki dotychczas omówione można streścić w następujących punktach:

a) Im gęściej sadzi się ziemniaki na torfie niskim (w granicach przyjętego przez nas schematu) tem większy plon brutto zostanie uzyskany.

b) Górna granica gęstości sadzenia odpowiada rozstawie rzędów 50× 60 cm, zaś dolna granica w naszem doświadczeniu nie została uchwycona.

c) Rzadsze sadzenie na skutek wzmożonego dopływu światła i powietrza oraz zwiększonej powierzchni, z której roślina czerpie pokarm, wzmacnia siłę produkcyjną sadzeniaka, która powoduje bujniejszy rozrost krzewów, a słabszy kłębów, co stwierdzono drogą obserwacji.

d) Warunki meteorologiczne nie mają prawie żadnego wpływu na wniosek wyrażony pod a).

e) Odmiany wczesne (Klio) i późniejsze (Deodara) nie wyłamują się z pod prawidłowości podanej pod a). Górna krytyczna granica dla odmiany Klio 50 × 40 cm, zaś dla odmiany Deodara 50 × 50 cm. Dolna granica nie została uchwycona.

4) Wpływ gęstości sadzenia ziemniaków na plon netto.

Wnioski wysnute z poprzedniego rozważania nie są jednak bez zastrzeżeń, ponieważ musimy pamiętać, że zwiększanie się plonu brutto na skutek gęstego sadzenia ziemniaków, jest spowodowane w dużej mierze większą ilością wysadzonych kłębów; dlatego też bardziej rzeczowa ocena wyników prowadzi nas nieuchronnie do porównania plonów netto, a nie plonów brutto, co jest przedmiotem niniejszego rozdziału. Przez plon netto rozumiemy całkowity zbiór ziemniaków z ha, po odjęciu wagi sadzeniaków. Na tabeli Nr. 5, 6, oraz 7 mamy zestawione plony netto z całego okresu doświadczenia.

Powyższe tablice Nr. 5, 6, i 7 wykazują, że rozstawa rzędów przy sadzeniu ziemniaków wywiera podobny wpływ na plon netto jak na poprzednio omawiany plon brutto, z tą tylko różnicą, że przy zestawieniu wyników w plonie netto wpływ ten jest mniej wyraźny. Z rozważania poszczególnych pozycyj tych tablic, nasuwają się następujące wnioski:

a) Im gęściej sadzimy ziemniaki na torfie niskim (w granicach przyjętego schematu), tem większy uzyskujemy plon netto. W latach 1928, 29 i 33 prawidłowość ta wystąpiła bardzo wyraźnie, natomiast w roku 1932 zachowanie się było inne. Skutkiem sadzenia bardzo dużych kłębów, obniżył się plon netto specjalnie w kombinacjach o gęściejszem sadzeniu, gdyż w tym wypadku nieproporcjonalnie wzrosła waga zużytych sadzeniaków, oczywiście na niekorzyść plonu netto. To samo pojawiło się w mniejszym stopniu w latach 1934 i 35.

b) Najlepsze wyniki plonów netto dały gęstość sadzenia nie przekraczającą rozstawy rzędów 60 cm. × 60 cm.

c) Warunki meteorologiczne oddziaływują w pewnym stopniu na gęstość sadzenia, ponieważ lata 1928, 29 i 33 przytoczone w punkcie a), wyróżniły się znacznemi opadami w miesiącu maju, natomiast pod względem rocznej sumy opadów, lata te od siebie odbiegały, co — jak widać z wyników — nie wywarło uchwytnego wpływu na wydajność plonów.

d) Odmiany Klio i Deodara nie wyłamują się z pod prawidłowości podanej pod a) mimo swych znacznych różnic w rozwoju, oraz plenności.

5) Wpływ gęstości sadzenia na jakość ziemniaków torfowych:

Oprócz plonów netto i brutto, w doświadczeniu czemerneńskiem zbadano jakość plonu, oznaczając w każdej kombinacji średni % i plon skrobi oraz wielkość kłębów. W tabelach Nr. 8 i 9 podajemy średni % oraz plony skrobi dla poszczególnych kombinacyj za okres 7 lat doświadczenia.

Procentowa zawartość skrobi w kłębach ziemniaczanych stanowi o całej ich wartości, przyczem obojętnem jest jaki nadamy im kierunek użytkowania.

Ziemniaki uprawiane na torfowiskach niskich mają właściwie tylko jeden główny kierunek użytkowania, a mianowicie jako sadzeniaki, można prócz tego używać je jako paszę dla bydła. Jako produkt spożywczy dla ludzi mają małe zastosowanie, gdyż — pod względem jakości — ustępują one znacznie ziemniakom uprawianym na gruntach mineralnych; składa się na to gorszy smak, szybkie czernienie po obraniu, psucie się, większa wodnistość i t. d. Skutkiem małej zawartości skrobi nie nadają się ziemniaki torfowe również do celów przemysłowych.

Niezależnie od tego, czy ziemniaków torfowych używać będziemy jako sadzeniaków, czy też jako paszę dla bydła, należy starać się w miarę możności o podwyższenie w nich % skrobi, operując przy tem środkami jak najtańszemi.

Doświadczenia nasze wykazały, że gęstość sadzenia ziemniaków nie posiada prawie żadnego wpływu na procentową zawartość skrobi w kłębach, jedynie tylko w latach 1932, 33

Tab. Nr. 5. Plony netto z trzyletniego okresu badań (rok 1928, 29 i 30).
Kartoffelerträge netto aus drei Versuchsjahren 1928-1930.

Gęstość sadzenia Saatdichte	Plony i wagi sadzeniaków w q z ha, oraz liczby porównawcze dla plonów brutto i netto Erträge und Gewicht der Saatkartoffeln in q pro ha und Vergleichsziffern für Brutto — und Nettoerträge.								
	Rok 1928			1929			1930		
	Plony brutto Brutto-ertrag	Waga sadzeniaków Gewicht der Saatkartoffeln	Plon netto Netto-ertrag	Plon brutto Brutto-ertrag	Waga sadzeniaków Gewicht der Saatkartoffeln	Plon netto Netto-ertrag	Plon brutto Brutto-ertrag	Waga sadzeniaków Gewicht der Saatkartoffeln	Plon netto Netto-ertrag
50 cm × 50 cm = 0.25 m²	252 ± 11.3 100	18	234 100	243 ± 2.7 100	18	225 100	173 ± 5.8 100	18	155.0 100
50 cm × 60 cm = 0.30 m²	242 ± 6.4 96	15	227 97	232 ± 3.8 96	15	217 96	173 ± 3.0 100	15	158.1 102
60 cm × 60 cm = 0.36 m²	232 ± 7.7 91	13	219 93	232 ± 0.9 96	13	219 97	164 ± 3.1 95	13	150.8 98
70 cm × 70 cm = 0.49 m²	221 ± 9.3 87	10	211 90	227 ± 3.9 94	10	217 96	152 ± 4.8 88	10	141.8 92
80 cm × 80 cm = 0.64 m²	202 ± 7.2 79	8	194 83	186 ± 5.0 76	8	178 79	143 ± 2.2 83	8	135.5 87

Tab. Nr. 6. Plony netto w roku 1931, po zmianie schematu rozstawy rzędów:
Kartoffelerträge netto im Jahre 1931 bei Änderung der Saatdichte.

Plony i wagi sadzaniaków w q na ha, oraz liczby porównawcze dla plonów brutto i netto. Ertrag und Gewicht der Saatkartoffeln in q pro ha und Vergleichsziffern für Brutto—und Nettoertrage.											
50 cm × 20cm = 0.10 m²			40 cm × 40 cm = 0.16 m²			60 cm × 40 cm = 0.24 m²			50 cm × 60 cm = 0.30 m²		
Plon brutto Brutto-ertrag	Waga sadzen. Gewicht der Saat-kartoff.	Plon netto Netto-ertrag	Plon brutto Brutto-ertrag	Waga sadzen. Gewicht der Saat-kartoff.	Plon netto Netto-ertrag	Plon brutto Brutto-ertrag	Waga sadzen. Gewicht der Saat-kartoff.	Plon netto Netto-ertrag	Plon brutto Brutto-ertrag	Waga sadzen. Gewicht der Saat-kartoff.	Plon netto Netto-ertrag
374 ± 12.5	42	332	374 ± 2.5	36	338	353 ± 6.9	28	325	324 ± 9.2	24	300
100		100	100		102	94		98	86		90

Tab. Nr. 7. Plony netto z dalszych
Kartoffelerträge netto aus weiteren

Role doświadczeń Untersuchungsjahr	Odmiana — Sorte	Plony i wagi sadzeniaków w q na ha, oraz Erträge und Gewichte der Saatkartoffeln in q pro ha					
		40 cm × 30 cm = 0.12 m²			50 cm × 40 cm = 0.20 m²		
		Plon brutto Bruttoertrag	Waga sadzen. Gewicht der Saatkartoffeln	Plon netto Nettoertrag	Plan brutto Bruttoertrag	Waga sadzen. Gewicht der Saatkartoff.	Plon netto Nettoertag
1932	Deodara	252±14.2 100	113	139 100	228±11.3 90	57	171 123
1932	Klio	217±33.7 100	nie ważono		209± 8.6 96	—	—
1933	Deodara	326±21.8 100	24	302 100	286±28.6 88	14	272 90
1933	Klio	182± 9.4 100	21	161 100	164±12.4 91	13	151 95
1934	Deodara	200± 4.0 100	42	158 100	161± 5.0 81	21	140 88
1935	Deodara	161±13.4 100	48	113 100	130± 6.2 81	33	97 86

4 lat doświadczeń (1932, 33, 34 i 35).
vier Versuchsjahren (1932 — 1935).

liczby porównawcze dla plonów brutto i netto.
und Vergleichsziffern für Brutto—und Nettoerträge.

50 cm×50 cm=0.25 m²			50 cm×60 cm=0.36 m²			60 cm×80 cm=0.48 m²		
Plon brutto Bruttoertrag	Waga sadzan. Gewicht der Saatkartoff.	Plon netto Nettoertreg	Plon brutto Bruttoertrag	Waga sadzan. Gewicht der Saatkartoff.	Plan netto Nettoertarg	Plon brutto Bruttoertarg	Waga sadzan. Gewicht der Saatkartoff.	Plon netto Nettoertrag
242±11.0 96	57	185 133	219± 2.7 87	35	184 131	187± 8.6 74	29	158 114
172± 8.3 79	—	—	137± 3.7 63	—	—	124±10.0 57	—	—
267±19.6 82	12	255 85	258±21.4 79	10	248 82	208±23.8 64	6	202 67
144±16.0 79	12	132 82	143±21.2 78	9	134 83	104±12.6 57	5	99 61
160± 2.4 80	19	141 89	163± 5.6 82	16	147 93	150± 4.9 75	10	140 88
136± 3.2 84	28	108 95	158±12.6 98	26	132 116	137± 5.8 85	15	122 108

Tab. Nr. 8. % oraz plon skrobi w latach 1930 i 31:
Prozentgehalt und Stärkeertrag in den Jahren 1930 und 1931.

Gęstość sadzenia Saadichte	% oraz plon skrobi (brutto) w q z ha % und Stärkeertrag (brutto) in q pro ha			
	Rok 1930		Rok 1931	
	% skrobi Stärke-proz.	plon skrobi Stärke-ertrag	% skrobi Stärke-proz.	plon skrobi Stärke-ertrag
50 cm × 20 cm = 0·10 m²	—	—	13·3	49·8
40 cm × 40 cm = 0·16 m²	—	—	13·8	51.6
60 cm × 40 cm = 0·24 m²	—	—	14·1	49·8
50 cm × 50 cm = 0·25 m²	13·0	22·4	—	—
50 cm × 60 cm = 0·30 m²	14·9	25 7	13·4	43·4
60 cm × 60 cm = 0·36 m²	14·3	23·5	—	—
70 cm × 70 cm = 0·49 m²	13·8	21·0	—	—
80 cm × 80 cm = 0·64 m²	14·8	21·1	—	—

wykazała odmiana Klio dość regularne obniżanie się procentu skrobi, przy coraz to większych odstępach sadzenia ziemniaków. Wszystkie inne lata doświadczeń tej zależności nie potwierdziły, a niewielkie różnice w % skrobi dla rozmaitych kombinacyj są tylko przypadkowe. Możliwem jest, że tylko pewne odmiany ziemniaków będą wykazywały zależność uzyskanego procentu skrobi od gęstości sadzenia. Inaczej ma się sprawa plonu skrobi brutto: im gęściej sadzimy ziemniaki w granicach przyjętego schematu, tem większy uzyskujemy plon skrobi brutto z ha. To jest zrozumiałe, ponieważ wzrost plonu kłębów musi pociągnąć za sobą odpowiedni przyrost masy wyprodukowanej skrobi. Drugą cechą charakteryzującą jakość ziemniaków jest ich wielkość. Celem wykrycia zależności pomiędzy gęstością sadzenia, a wielkością kłębów, obliczono ilość ich w 5 kg. ziemniaków, dla każdej rozstawy rzędów osobno. Zależność tę — znaną zresztą ogólnie z praktyki rolniczej ujęto w tabeli Nr. 10.

Tab. Nr. 9. %, oraz plon skrobi w latach 1932, 33, 34, i 35:
Prozentgehalt und Stärkeertrag in den Jahren 1932 — 1935.

Gęstość sadzenia Saatdichte	%, oraz plon skrobi (brutto) w g z ha % und Stärkeertrag (brutto) in g pro ha											
	R o k 1932				1933				1934		1935	
	% skrobi Stärkegehalt		plon skrobi Stärkeertrag		% skrobi Stärkegehalt		plon skrobi Stärkeertrag		% skrobi Stärkegehalt	plon skrobi Stärkeertrag	% skrobi Stärkegehalt	plon skrobi Stärkeertrag
	Klio	Deodar.	Klio	Deodar.	Klio	Deodar.	Klio	Deodar.				
40 cm × 30 cm = 0·12 m²	13·8	15·3	30·0	38·6	12·9	16·0	23·5	52·1	13·5	27·1	13·7	22·0
50 cm × 40 cm = 0·20 m²	13·1	14·5	27·4	33·1	12·4	16·2	20·5	46.4	13·6	22·0	14·2	18.4
50 cm × 50 cm = 0·25 m²	12·8	14·6	22·0	35·3	12·4	15·3	17·9	40·9	13·4	21·4	13·7	20·6
50 cm × 60 cm = 0·36 m²	13·1	15·0	18·0	32·9	12·3	16·3	17.5	43·5	13·4	21·9	13·7	21·6
60 cm × 80 cm = 0·48 m²	12·0	15·9	14·9	29·7	12.6	15·1	13·1	31·4	13·8	20·6	14·0	19·2

Tab. Nr. 10. Ilość kłębów zawartych w 5 kg. za okres 7 lat doś. (od 1929 do 1935):

Zahl der in 5 kg. enthaltenen Kartoffeln während sieben Versuchsjahren (1929—1935).

Gęstość sadzenia Saatdichte	Ilość kłębów ziemniaczanych w 5 kg Mengen der Kartoffelknollen in 5 kg								
	1929	1930	1931	1932		1933		1934	1935
				Klio	Deodara	Klio	Deodara		
50 cm × 20 om = 0·10 m^2	—	—	84	—	—	—	—	—	—
40 cm × 30 cm = 0·12 m^2	—	—	—	100	156	143	98	123	86
40 cm × 40 cm = 0·16 m^2	—	—	68	—	—	—	—	—	—
50 cm × 40 cm = 0·20 m^2	—	—	—	85	111	120	82	86	73
60 cm × 40 cm = 0·24 m^2	—	—	59	—	—	—	—	—	—
50 cm × 50 cm = 0·25 m^2	91	63	—	83	100	95	74	87	68
50 cm × 60 cm = 0·30 m^2	80	42	54	64	67	92	57	66	62
60 cm × 60 cm = 0·36 m^2	107	49	—	—	—	—	—	—	—
60 cm × 80 cm = 0·48 m^2	—	—	—	64	61	77	55	62	54
70 cm × 70 cm = 0·49 m^2	78	45	—	—	—	—	—	—	—
80 cm × 80 cm = 0·64 m^2	90	51	—	—	—	—	—	—	—

Wniosek z powyższej tablicy możemy wyrazić następująco: im gęściej sadzimy ziemniaki, tem więcej kłębów uzyskujemy w 5 kg. wagi, (tem są one drobniejsze). Bardzo wyraźnie wystąpiła ta prawidłowość, dla obu odmian (Klio i Deodara) w latach 1932 i 33. Jak już poprzednio wspomniałem, użytkowanie ziemniaków torfowych jest dwukierunkowe: na paszę i sadzeniaki.

Wielkość kłębów ziemniaczanych przy skarmianiu inwentarzem żywym nie odgrywa poważniejszej roli, jeśli chodzi o sadzeniaki, to należy wybierać kłęby średniej wielkości, gdyż to się lepiej opłaca.

Z powyżej przytoczonych tablic wypływają następujące wnioski:

a) Gęstość sadzenia nie wywiera żadnego widocznego i uchwytnego wpływu na procent zawartości skrobi w kłębach ziemniaków torfowych.

b) Zawartość skrobi w kłębach ziemniaczanych zależy w pierwszej linji od sadzonej odmiany, warunków meteorologicznych, rodzaju gleby itd.

c) Im gęściej sadzimy ziemniaki, tem większy otrzymujemy plon skrobi brutto.

d) Im gęściej sadzimy ziemniaki, tem drobniejsze zbieramy.

e) Kierunki użytkowania ziemniaków torfowych pozwalają nam stosować gęściejsze sadzenie, gdyż raczej drobny ziemniak, lecz zdrowy dla tych celów jest odpowiedniejszy.

6) Gęstość sadzenia ziemniaków, a opłacalność plonów.

Dotychczasowe nasze rozważania doprowadziły nas do następującego wniosku: gęste sadzenie ziemniaków na torfowiskach niskich, daje lepsze wyniki niż sadzenie rzadsze. Należy jednak pamiętać, że sprawa kalkulacji finansowej — w obecnej sytuacji rolniczej — wysuwa się z konieczności na pierwsze miejsce, a zatem przeszczepianie suchych liczb, uzyskanych z doświadczeń naukowych na grunt praktyki rolniczej, bez podania przynajmniej orjentacyjnej oceny finansowej, która zezwalałaby rolnikowi obliczyć opłacalność danego zabiegu, byłoby często mylne i posiadające dla praktycznego zastosowania małą wartość. Dlatego też, przystępując do zbadania jakiegoś problemu na drodze doświadczeń, z dziedziny wszelkich zagadnień rolniczych, winno się już z góry uplanować czy celem naszych dociekań będzie jedynie czysto teoretyczne ich rozwiązanie, czy też otrzymane rezultaty mają być wykorzystane dla praktyki rolniczej. Wytwarza się wtedy dwukierunkowość pracy badawczej, niezmiernie korzystna dla postępu rolnictwa i podniesienia jego dobrobytu w kraju. Winna też ona być najistotniejszą treścią badań każdego zakładu doświadczalnego, a wówczas, większa część nieraz bardzo po-

ważnych wyników uzyskanych na drodze żmudnych i nie rzadko długoletnich doświadczeń, zejdzie z martwego papieru i pchnie gospodarkę rolną na nowe, szersze tory.

W tablicach nr. 11, 11a, 11b, 11c, podajemy wycenę finansową plonów dla następujących lat doświadczenia: 1932, 1933, 1934 i 1935. Celem przeprowadzenia kalkulacji pieniężnej plonu danego roku, przyjęto faktyczne ceny jednostkowe dla ziemniaków konsumcyjnych, oraz dla sadzeniaków. Ceny te odpowiadają miejscowym warunkom sarneńskim.

Tab. 11. Kalkulacja pieniężna plonu z roku 1932.
Geldliche Berechnung der Erträge für 1932.

Gęstość sadzenia Saatdichte	Plon brutto w q z ha Bruttoertrag in q pro ha	Waga sadzeniaków w q na ha Aussaatgewicht in q pro ha	Plon netto w q na ha Nettoertrag in q pro ha	Wartość plonu brutto (dla ceny 4 zł. za q) Ertragwert brutto (Preis 4 zł. q)	Wartość sadz. (dla ceny 5 zł. za q) Aussaatwert. (Preis 5 zł. q)	Wartość plonu netto Ertragwert. netto
40 cm × 30 cm = = 0·12 m²	252	113	139	1.008 zł.	565 zł.	443 zł.
50 cm × 40 cm = = 0·20 m²	228	57	171	912 „	285 „	627 „
50 cm × 50 cm = = 0·25 m²	242	57	185	968 „	285 „	683 „
50 cm × 60 cm = = 0·30 m²	219	35	184	876 „	175 „	701 „
60 cm × 80 cm = = 0·48 m²	187	29	158	748 „	145 „	603 „

Z powyższych tablic wynika, że najwyższy dochód brutto daje gęstość sadzenia 40×30 cm. Natomiast inaczej przedstawia się sprawa z dochodem netto, gdyż w grę wchodzi tu wielkość sadzeniaków. O ile sadzono kłęby średniej wielkości lub małe, dochód netto zachowywał się podobnie jak dochód brut-

Tab. 11a. Kalkulacja pieniężna plonu z roku 1933.
Geldliche Berechnung der Erträge für 1934.

Gęstość sadzenia Saatdichte	Plon brutto w q na ha Bruttoertrag in q pro ha	Waga sadz. w q na ha Aussaatgewicht in q pro ha	Plon netto w q na ha Nettoertrag in q pro ha	Wartość plonu brutto (dla ceny 4 zł. za q) Ertragwert. brutto (Preis 4 zł. q)	Wartość sadz. (dla ceny 6 zł. za q) Aussaatwert. (Preis 6 zł. q)	Wartość plonu netto Ertragwert. netto
40 cm × 30 cm = = 0·12 m²	326	24	302	1.304 zł.	144 zł.	1.160 zł.
50 cm × 40 cm = = 0·20 m²	286	14	272	1.144 „	84 „	1.060 „
50 cm × 50 cm = = 0·25 m²	267	12	255	1.068 „	72 „	996 „
50 cm × 60 cm = = 0·30 m²	258	10	248	1.032 „	60 „	972 „
60 cm × 80 cm = = 0·48 m²	208	6	202	832 „	36 „	796 „

to, t. zn. wzrastał w miarę zwężania się rozstawy rzędów; tak było w roku 1933. Natomiast w latach 1932, 1934 i 1935 dzięki wysadzeniu dużych kłębów, gęste sadzenie nie opłaciło zwiększonej robocizny i dało najniższy dochód netto. A ponieważ im gęściej sadzimy ziemniaki, tem więcej zużywamy ich na jednostkę powierzchni, przeto w tym wypadku sadzenie dużych kłębów najsilniej obniża dochód netto. Najwyraźniej wystąpiło to w roku 1932. Dla tych trzech lat najważniejszy dochód netto dała rozstawa rzędów 50 cm × 60 cm.

Obliczona w zestawieniu wartość plony netto, nie jest czystym dochodem nie tylko różnicą wartości zebranego plonu i kosztu sadzeniaków. Czysty dochód możnaby otrzymac, po odliczeniu wszystkich kosztów produkcji, zatem w naszej kalkulacji cen, popełniony został mały błąd na niekorzyść rzadszej rozstawy rzędów, ponieważ nie uwzględniono zwiększonej

Tab. 11b. Kalkulacja pieniężna plonu z roku 1934.
Geldliche Berechnung der Erträge für 1934.

Gęstość sadzenia Saatdichte	Plon brutto w q na ha Bruttoertrag in q pro ha	Waga sadz. w q na ha Aussaatgewicht in q pro ha	Plon netto w q na ha Nettoertrag in q pro ha	Wartość plonu brutto (dla ceny 3 zł. za q) Ertragwert. brutto (Preis 3 zł. q)	Wartość sadz. (dla ceny 4 zł. za q) Aussaatwert. (Preis 4 zł. q)	Wartość plonu netto Ertragwert. netto
40 cm × 30 cm = = 0·12 m²	200	42	158	600 zł.	168 zł.	432 zł.
50 cm × 40 cm = = 0·20 m²	161	21	140	483 „	84 „	899 „
50 cm × 50 cm = = 0·25 m²	160	19	141	480 „	76 „	404 „
50 cm × 60 cm = = 0·30 m²	163	16	147	489 „	64 „	425 „
60 cm × 80 cm = = 0·48 m²	150	10	140	450 „	40 „	410 „

robocizny przy sadzeniu, pielęgnacji, i sprzęcie plonu z gęściej zasadzonej powierzchni.

Rolnik dobrze wie, że opłacalność danej uprawy jest bardzo elastyczna i dlatego kalkulacje winien sam przeprowadzić w każdym przypadku oddzielnie i z przystosowaniem do własnych warunków, oraz cen miejscowych.

Wniosek z powyższych tablic jest następujący. Najwyższy dochód netto przy sadzeniu dużych kłębów, daje rozstawa rzędów 50 cm. × 60 cm; zaś dla małych względnie średnich sadzeniaków gęściejsze sadzenie bardziej się opłaca.

7) **Porównanie omawianych doświadczeń z wynikami stacji bremeńskiej.**

W latach 1931 i 1932 stacja torfowa w Bremie przeprowadziła między innemi doświadczenia o podobnym układzie jak sarneńskie, z tą tylko różnicą, że na typie torfów wysokich.

Tab. 11c. Kalkulacja pieniężna plonu z roku 1935.

Geldliche Berechnung der Erträge für 1935.

Gęstość sadzenia Saatdichte	Plon brutto w q z ha Bruttoertrag in q pro ha	Waga sadz. w q na ha Aussaatgewicht in q pro ha	Plon netto w q na ha Nettoertrag in q pro ha	Wartość plonu brutto (dla ceny 2 zł za q) Ertragwert. brutto (Preis 4 zł. q)	Wartość sadz. (dla ceny 5 zł. za q) Aussaatwert. (Preis 4 zł. q)	Wartość plonu netto Ertragwert. netto
40 cm × 30 cm = = 0·12 m²	161	48	113	322 zł.	240 zł.	82 zł.
50 cm × 40 cm = = 0·20 m²	130	33	97	260 „	165 „	95 „
50 cm × 50 cm = = 0·25 m²	136	28	108	272 „	140 „	132 „
50 cm × 60 cm = = 0·30 m²	158	26	132	316 „	130 „	286 „
60 cm × 80 cm = = 0·48 m²	137	15	122	274 „	75 „	199 „

Porównanie wyników doświadczeń obu stacji podają tabele Nr. 12 i 12a.

Z porównania tab. Nr. 12 i 12a widać, że wyniki uzyskane w roku 1933 przez Z. D. U. T. w Sarnach oraz w 1931 przez M. V. S. w Bremie — na dwóch skrajnych typach torfowisk i w różnych warunkach klimatycznych — wykazują wprost klasyczną zgodność i dlatego też w powyższych tablicach zestawiono te a nie inne lata. Jednakże porównanie ze sobą i innych lat doświadczeń stacji bremeńskiej i Z. D. U. T. w Sarnach, które są bardzo zgodne, pozwala nam również uogólnić wszystkie wnioski dotychczas przytoczone, nie tylko na typy torfów podobnych do czemerneńskich ale nawet na tak odrębne, jak torfy wysokie.

Tabl. 12. Wyniki z doświadczeń „Moor-Versuchs-Station in Bremen", prowadzonych przez I. Kehdenburga w Giersdorfie w Niemczech w roku 1931 (torf wysoki).

Ergebnisse der Versuche der M. V. S. in Bremen, angestellt durch J. Kehdenburg in Giersdorf im Jahre 1931 (Hochmoorboden).

Gęstość sadzenia Saatdichte	Plon brutto w q na ha Bruttoertrag in q pro ha	Waga sadz. w q z ha Gewicht der Saatkartoffeln	Plon netto w q na ha Nettoortrag in q pro ha	Skrobia Stärke %	Skrobia Stärke Plon brutto w q na ha Bruttoertrag in q pro ha
50 cm × 20 cm = = 0·10 m²	350 **100**	33	327 **100**	13 8	49·7
60 cm × 20 em = = 0·12 m²	317 **88**	27	290 **89**	13 8	43·8
60 cm × 40 cm = = 0·24 m²	249 **69**	14	235 **72**	14·4	35·9
50 cm × 50 cm = = 0·25 m²	247 **68**	13	234 **72**	14·7	36·4

B) Doświadczenie z obsypywaniem ziemniaków.

Korzyści jakie uzyskujemy z obsypywania ziemniaków są dobrze znane w praktyce rolniczej. Zniszczenie chwastów, oraz spulchnienie ziemi oto główny cel tej uprawy pielęgnacyjnej. Obredlanie jest więc uprawą konieczną, ale sposób, oraz częstość wykonywania tego zabiegu, zmienia się zależnie od rodzaju uprawy, warunków meteorologicznych, stanu gleby itp. Na gruntach mineralnych wystarcza zwykle 3-krotne obredlanie ziemniaków, przyczem termin ostatniego obredlania powinien przypaść najpóźniej przed kwitnieniem roślin. Trzykrot-

Tab. 12a. Wyniki z doświadczeń Z. D. U. T. pod Sarnami w roku 1933 (torf niski).

Ergebnisse der Versuche des Z. D. U. T. bei Sarny im Jahre 1933 (Niederüngsmoorboden).

Gęstość sadzenia Saatdichte	Plon brutto w q na ha Bruttoertrag in q pro ha	Waga sadz. w q na ha Gewich der Saatkartoffeln	Plon netto w q na ha Nettoertrag in q pro ha	Skrobia Stärke	
				%	Plon brutto w q na ha Bruttoertrag in q pro ha
40 cm × 30 cm = = 0·12 m²	323±21·8 **100**	24	299 **100**	16·0	52·1
50 cm × 40 cm = = 0·20 m²	286±28·6 **88**	14	272 **90**	16·2	46·4
50 cm × 50 cm = = 0·25 m²	267±19·6 **82**	12	255 **85**	15·3	40·9
50 cm × 60 cm = = 0·30 m²	258±21·4 **79**	10	248 **82**	16·3	43·5
60 cm × 80 cm = = 0·48 m²	208±23·6 **64**	6	202 **67**	15·1	31·4

ne obredlanie na piaszczystych glebach — zwłaszcza w latach suchych — powoduje silne jej wysuszenie, które obniża plony.

Doświadczenia w kierunku wypośrodkowania najkorzystniejszej ilości redleń ziemniaków, uprawianych na torfowiskach niskich, prowadził Z. D. U. T. w Sarnach od roku 1931 do roku 1935 włącznie. W tem doświadczeniu uwzględniono trzy kombinacje uprawowe, a mianowicie: a) bez obsypywania, b) z obsypywaniem 1-krotnem, c) z obsypywaniem 2-krotnem. Prócz tego, w pierwszym roku doświadczenia stosowano jeszcze 3-krotne obredlanie, które jednak w następnych latach zostało zaniechane z powodu wybitnie ujemnych wyników. Tu należy wyjaśnić, że stosowanie częstych upraw mechanicznych,

doprowadza torf — po pewnym czasie — do takiego rozpylenia, że struktura jego nie daje się już poprawić, a plony znacznie się obniżają. Dlatego też ilość upraw na torfach staramy się zmniejszyć do minimum.

1) Opis doświadczenia.

W całym okresie doświadczenia stosowano w zasadniczych zarysach następującą uprawę: a) orka jesienna, bronowanie i wałowanie wiosną. b) nawożenie wiosną 100 — 150 kg K_2O na ha, w postaci kainitu kałuskiego, soli potasowej kałuskiej, kainitu stebnickiego i sylwinu, c) sadzono odmianę Klio w ilości około 20 q na ha, pod łopatę, w rzędy 50 cm × 50 cm. d) niezależnie od obredlania, stosowano jednorazowe bronowanie, pielenie. lub wycinanie chwastów motykami. Czynności te były na wszystkich kombinacjach wykonane jednocześnie, e) z chorób ziemniaczanych pojawiła się w roku 1934 kędzierzawka w silnym stopniu. W tym samym roku okazało się, że przymrozek —6° C. w dniu 1 czerwca, zwarzył wszystkie wschody ziemniaków na poletkach nie redlonych zaś na obredlanych poczynił znacznie mniejsze szkody. Jest to związane z dwojakiem działaniem obsypywania, po pierwsze: osłania ono młode pędy ziemniaków. po drugie; nierówna powierzchnia gruntu — wywołana redleniem — wstrzymuje ruch przyziemny zimnego powietrza i nie dozwala na zbyt silne obniżenie temperatury gleby.

2) Zestawienie i omówienie wyników doświadczenia.

Na tab. Nr. 13 oraz 14 podano wysokość i jakość plonów w poszczególnych latach doświadczenia.

Z tablicy Nr. 13 wynika, że w latach 1931, 1932 i 1934. obredlanie jednarazowe dało najwyższe plony brutto, a temsamem i netto bo ilość wysadzonych ziemniaków w poszczególnych kombinacjach uprawowych, była jednakowa (20 q na ha). Maksymalny plon, uzyskany przy zastosowaniu 2-krotnego obredlania, w roku 1931, obarczony jest dużym błędem doświadczalnym (— 16,95), przeto różnica między nim, a plonem

Tab. Nr. 13. Plon ziemniaków (brutto) za pięcioletni okres (1931—1935) oraz liczby względne dla plonów brutto.

Kartoffelerträge brutto für fünf Versuchsjahren (1931—1935) und Verchleichsziffern der Bruttoerträge.

Pielęgnacje uprawowe Pflege der Ackerbestellung	Plon kłębów (brutto) w q na ha, oraz liczby porównawcze Knollenertrag (brutto) in q pro ha und Vergleichsziffern				
	1931	1932	1933	1934	1935
Bez obredlenia Ohne Behäufelung	303± 7·3 **100**	114± 4·0 **100**	224± 9·7 **100**	130± 3·9 **100**	239± 8·3 **100**
Obredl. jednokrotne Einmalige Behäufelung	325± 3·6 **107**	134± 4·2 **118**	214± 6·8 **96**	136± 4·9 **104**	219± 4·3 **92**
Obredl. dwukrotne Zweimal. Behäufelung	343±17·0 **113**	130± 8·4 **114**	209± 4·0 **93**	125± 2·6 **96**	226± 3·9 **95**
Obredl. trójkrotne Dreimal. Behäufelung	323± 6·1 **107**	—	—	—	—

uzyskanym przy zastosowaniu jednorazowego obredlania leży w granicach błędu doświadczalnego. Natomiast w latach 1933-1935 otrzymano nieco odmienne wyniki a mianowicie: albo obredlanie wcale nie wpłynęło na plon, albo też wyraźnie go obniżyło jak to miało miejsce w roku 1935.

Lata 1931, 1932 i 1934 — jak wynika z zestawień meteorologicznych — przytoczonych na początku niniejszej pracy (tab. Nr. 1 — 2), nie obfitowały w opady, a nawet zaliczyć je należy do lat suchych (w roku 1931 suma opadów wynosiła 479,6 mm, w roku 1932 — 462,0 mm, w roku 1934 — 481,5 mm). Chociaż więc, ziemniaki uprawiane na torfach, wytrzymują nieźle suszę, jednakże w latach suchych gdy chodzi o utrzymanie pewnej wilgotności gleby, koniecznej dla rozwoju kłębów, należy wystrzegać się większej ilości obredlań. Jednorazowe obredlenie, zapewni roślinom w tych warunkach korzystny stan wilgoci, podczas gdy częstsze obsypywanie przesusza zanadto glebę i obniża plon ziemniaków.

Tab. Nr. 14. % i plon skrobi (brutto), oraz ilość ziemniaków w 5 kg. za pięć lat doświadczenia.
Prozentgehalt und Stärkeerträge (brutto) sowie Zahl der in 5 kg. enthaltenen Kartoffeln für fünf Versuchsjahre.

Pielęgnacje uprawowe / Pflege der Ackerbestellung		% i plon skrobi (brutto), oraz ilość kłębów w kg. Prozent und Ertrag der Stärke (brutto) und Knollenmenge in 5 kg				
		Rok 1931	1932	1933	1934	1935
Bez obredlenia / Ohne Behäufelung	% skrobi / Stärkegehalt	15·5	12·1	17·3	15·7	15·0
	Plon skrobi w q na ha / Stärkeertrag in q pro ha	46·9	13·8	38·8	20·5	
	Ilość kłębów w 5 kg. / Knollenmenge in 5 kg.	48	184	67	71	57
Obredlanie jednokrotne / Einmalige Behäufelung	% skrobi / Stärkegehalt	16·5	12·5	17·9	15·5	14·7
	Plon skrobi w q na ha / Stärkeertrag in q pro ha	53·7	18·1	38·3	21·0	32·2
	Ilość kłębów w 5 kg. / Knollenmenge in 5 kg.	43	146	60	78	63
Obredlanie dwukrotne / Zweimalige Behäufelung	% skrobi / Stärkegehalt	14·2	12·7	17·8	15·6	14·7
	Plon skrobi w q na ha / Stärkeertrag in q pro ha	36·3	16·5	37·2	19·5	33·3
	Ilość kłębów w 5 kg. / Knollenmenge in 5 kg.	43	126	57	76	67
Obredlanie trójkrotne / Dreimalige Behäufelung	% skrobi / Stärkegehalt	16·2	—	—	—	—
	Plon skrobi w q na ha / Stärkeertrag in q pro ha	52·3	—	—	—	—
	Ilość kłębów w 5 kg. / Knollenmenge in 5 kg.	45	—	—	—	—

Rok 1933 w stosunku do poprzednich lat doświadczenia dał odmienne wyniki na skutek nadmiaru wilgoci (roczna suma opadów wynosiła 643,5 mm) specjalnie w okresie obredlań, która nie pozwoliła na wykonanie ich przy dostatecznie wyschniętej roli. Różnice w plonach w tym roku badań leżą jednakże w granicach błędu doświadczalnego. Podobnie jak w roku 1933 tylko w silniejszym stopniu, nadmiar wilgoci w roku 1935 w okresie konnego obredlania, obniżył znacznie plony, gdyż radło zamiast normalnie obsypywać, wyrywało całe kawały torfu, uszkadzając korzenie ziemniaków.

Jeśli chodzi o jakość plonu (Tab. Nr. 14), to pomiędzy procentem skrobi a ilością obredlań nie dało się ustalić żadnej prawidłowości, natomiast plon skrobi wzrasta widocznie i jest największy przy jednorazowem obsypywaniu ziemniaków. Dzieje się to na skutek powiększenia się plonu kłębów. Lata 1933, 1934 i 1935 odbiegają jak przy plonie kłębów od tej prawidłowości. Z powyżej powiedzianego można wysunąć następujące wnioski: a) na torfowiskach niskich wystarczy jeden raz redlić, gdyż w lata suche podnosi to plon, a równocześnie chroni wschody ziemniaków przed spóźnionemi przymrozkami. b) dwu lub tembardziej 3-krotne obredlanie ziemniaków, w okresie nadmiaru wilgoci w torfie, powoduje obniżenie plonu wskutek nieodpowiedniego stanu gleby przy obsypywaniu, c) częstość obredlania nie wywiera żadnego wpływu na procentową zawartość skrobi w kłębach ziemniaczanych. d) jednorazowe obredlenie powiększa najwydatniej plon skrobi. e) Najdrobniejsze kłęby otrzymujemy z poletek nieobredlanych, zaś największe po jednorazowem obsypywaniu...

Na tem miejscu pozwolę sobie złożyć wyrazy podziękowania Doc. Dr. B. Świętochowskiemu Kierownikowi działu rolnego Z. D. U. T. pod Sarnami, za udzielenie mi materjałów, oraz bardzo wielu wskazówek przy opracowywaniu omówionych zagadnień.

W. Niewiadomski

Saatdichte und Behäufelung der Kartoffeln auf Niederungsmoorböden.

Ergebnisse der Versuche der Niederungsmoor-Versuchsstation in Sarny.

(Zakład Doświadczalny Uprawy Torfowisk pod Sarnami).

I. Ergebnisse der in den Jahren 1928 bis 1935 angestellten Versuche über die Saatdichte auf Niederüngsmoorböden.

1. Die dichtere Saat (in den Grenzen unserer Tabellen) gibt, brutto wie netto, grössere Erträge wie die weitere.

Für die Nettoausbeute war diese Regel in den Jahren 1932, 1934 und 1935 weniger scharf erkennbar, da sehr grosse Knollen gesetzt wurden.

2. Die obere Grenze der Saatdichte[1]), also diejenige, deren Überschreitung eine bedeutende Ertragseinbusse zur Folge hat, entspricht einem Reihenabstand 50 $\times$ 60 cm. Die untere Grenze haben unsere Versuche nicht erfasst.

3. Die Brutto- und Nettoerträge sowohl der frühen Abart Klio, wie der späteren Deodara bestätigen trotz der ihnen eigenen wesentlichen Unterschiede im Wachstum und Ergibigkeit die unter 1) angegebene Regel, jedoch mit der Einschränkung, dass die Abart Klio eine etwas dichtere Saat erfordert.

4. Es wurde festgestellt, dass die Witterungsverhältnisse fast ohne Einfluss auf die unter 1) angegebene Regel sind,

5. Die Saatdichte übt keinen erkennbaren Einfluss auf den Stärkegehalt der Moorkartoffeln aus; immerhin ist der Stärkeertrag grösser, je dichter die Kartoffeln gesetzt werden.

6. Je dichter die Moorkartoffeln gesetzt werden, desto kleiner werden sie geerntet. Da sie jedoch als Saatkartoffeln und Viehfutter dienen sollen, sind sie in dieser Form besonders erwünscht, da die kleine Kartoffel soweit sie gesund ist für diese Zwecke wirtschaftlicher ist.

7. Die dichte Saat macht den Verlust an Arbeitslohn, der

---

[1]) nach Doc. Dr. B. Swiętochowski: die kritische Grenze.

durch das Setzen der kleinen Kartoffel entsteht, durch höchsten Nettoertrag bezahlt. Beim Setzen grosser Knollen erhält man den höchsten Ertrag bei einem Reihenabstand von 50 × 60 cm.

8. Da die erwähnten auf Niederungsmoorböden erhaltenen Ergebnisse mit denen von der M. V. S. in Bremen auf ochmoorboden erhaltenen übereinstimmen, kann man sie für sämtliche Arten von Moorböden als massgebend ansehen.

II. Ergebnisse der Behäufelungsversuche der Moorkartoffeln auf Niederungsmoorböden angestellt in den Jahren 1931 bis 1935.

1. Es hat sich ergeben, dass die Behäufelung einmal zu geschehen hat, da in Trockenjahren die Ernteerträge grösser ausfallen, und die aufgehenden Pflanzen vor Spätfrost geschützt werden.

2. Ein zwei — oder dreimaliges Behäufeln der Kartoffeln hebt den Ernteertrag nicht, und, wenn es in einer Zeit des übermässigen Feuchtigkeitsgehalts des Moores ausgeführt wird, vermindert es die Ausbeute infolge schlechten Standes der Scholle während der Behäufelung.

3. Die oftmalige Behäufelung übt keinen Einfluss auf den Prozentgehalt der Kartoffelstärke aus.

4. Die einmalige Behäufelung erhöht deutlichst den Prozentgehalt der Kartoffelstärke.

5. Die kleinsten Kartoffeln wurden aus den nicht behäufelten, die grössten aus den einmalig behäufelten Reihen geerntet.

Juljusz Załęski.

Działanie nawozowe potasu w pierwszych latach po zagospodarowaniu łąki torfowej w świetle doświadczeń statycznych (1929—1935).

Z Zakładu Doświadczalnego Uprawy Torfowisk pod Sarnami

(Wpłynęło w grudniu 1935 r.).

Wstęp.

Z pośród zagadnień nawozowych łąk nisko torfowych na plan pierwszy wysuwa się zagadnienie nawożenia potasowego. Zrozumiałem jest przeto, że było ono przedmiotem licznych doświadczeń. Wyniki tych doświadczeń są przytem, o ile chodzi o bezwzględną wysokość dawek nawozowych, stosunkowo bardzo jednolite, dużo bardziej jednolite, niż się to zdarza na jakimkolwiek typie gleb mineralnych w tak różnych warunkach geograficznych i klimatycznych. Zgodność ta obowiązuje oczywiście o tyle tylko, o ile mamy do czynienia z typowemi głębokiemi torfami niskiemi.

Nie mogąc tu rozpatrywać szczegółowo bardzo obfitych materjałów dotyczących nawożenia potasowego łąk torfowych, ograniczam się do podania przykładowo paru z pośród najbardziej autorytatywnych głosów.

B r ü n e (2) proponuje w pierwszych latach zagospodarowania torfowisk 100—125 kg/ha K_2O, a od trzeciego roku począwszy — nawożenie uzupełniające w wysokości 20 kg/ha

K_2O na 1000 kg sprzętu siana. Fleischer (4) trzyma się górnej granicy dawek powyższych w pierwszych latach, proponując 125 kg/ha K_2O przez pierwsze 3 lata, a następnie nawożenie uzupełniające w następujących ilościach, zależnie od wysokości sprzętu siana:

Sprzęt siana w q/ha	dawki kainitu 12,5% w kg/ha
60	960
70	1120
80	1280
100	1600
150	2400

W granicach 100—125 kg/ha K_2O rocznie w ciągu pierwszych 4 lat po zagospodarowaniu obracają się również normy Stacji Bremeńskiej. Rinne (11) podaje jako minimalne nawożenie zapasowe 20—40 kg/ha K_2O, a nawożenie uzupełniające 60—70 kg/ha rocznie. W rezultacie daje to normy nieco niższe od podanych wyżej norm niemieckich. Różnice między danemi niemieckiemi a estońskiemi mogą znaleźć łatwe wytłómaczenie w różnicach między stanem gospodarczym obu krajów i przyzwyczajeniami rolników, a częściowo może i w różnicy warunków klimatycznych, choć z drugiej strony plony siana uzyskiwane w Tooma nie ustępują naogół takimże plonom otrzymywanym na torfowiskach niemieckich.

Z. D. U. T. pod Sarnami (4,15) określił na podstawie szeregu doświadczeń kilkoletnich górne granice technicznie i gospodarczo pewnego działania potasu na 100 kg/ha K_2O w pierwszych latach gospodarki na torfach, stawiając pod znakiem zapytania celowość dawania wyższych dawek „zapasowych”.

Od powyższych schematów odbiega nieco schemat nawożenia Bawarskiej Stacji Torfowej, który przedstawia się jak następuje: I-y rok — 120—200 kg/ha K_2O, II-gi rok — 120—140 kg/ha, III-ci rok — 60—80 kg/ha, w latach następnych — nawożenie uzupełniające. Niższe są natomiast dawki Zakładu doświadczalnego w Flahult, wynoszące 200 kg 37% soli potasowej na ha.

B r ü n e (2) cytuje przykład pastwisk holenderskich nawożonych potasem w ilości do 4,5 q kainitu rocznie na 1/4 ha, wątpi jednak w opłacalność i celowość tak wysokich dawek nawozowych.

Jak z powyższego pobieżnego zestawienia wynika, normy nawożenia potasowego torfowisk niskich, obracają się w tak wąskich granicach, że, uwzględniając znaczne geograficzne rozstrzelenie odnośnych zakładów badawczych, różnice warunków i przyzwyczajeń gospodarczych poszczególnych krajów, trudno byłoby spotkać się z taką zbieżnością przepisów na którymkolwiek z typów gleb mineralnych.

Odrębnie należy traktować wyniki osiągnięte na niektórych terenach, np. na terenach torfowych Zakładu dośw. Topola—Błonie, których jakość zdaje się znacznie odbiegać od właściwości typowych torfowisk niskich; wyniki te zasługują przeto na specjalne badania. To samo należy powiedzieć o różnego rodzaju torfach dolinowych, zaliczanych często według dawniej używanej nomenklatury, równiek do torfowisk niskich, od których różnią się nieraz znacznie zarówno genezą, jak i składem chemicznym oraz właściwościami fizycznemi.

O ile empiryczne wypośrodkowanie dawkowania nawozów potasowych w pierwszych latach gospodarki łąkowej na torfach uznać należy za mniej więcej jednomyślnie ustalone, o tyle poznanie mechanizmu działania potasu na tych glebach, jak: stopień adsorbcji torfu w stosunku do tego pierwiastka, sprawa „zasolenia" gleb łąkowo torfowych, oddziaływanie potasu na botaniczny skład porostu — pozostawia jeszcze wiele punktów niejasnych.

I tak np. T a c k e (17) wyraża się ogólnikowo, że ze względu na jej własności adsorbcyjne „wzbogacenie gleby torfowej w potas nie może iść tak daleko, jak jej wzbogacenie w kwas fosforowy, o ile nie mają nastąpić straty potasu przez wody przesiąkowe, przy wielkiej ruchliwości potasu w glebie nie jest jednak wzbogacenie zapasowe potrzebne". Silne działanie następcze K_2O znalazł natomiast na torfach F r e c k m a n n (5), który też wyraża pogląd (6), że niebezpieczeństwo wypłókania K_2O jest na glebach torfowych mniejsze, niż na glebach mineralnych, a to dzięki dużej ich pojemności wod-

nej. Naogół jednak zdaje się przeważać pogląd, że zdolność adsorbcyjna torfu w stosunku do potasu nie jest wielka.

Mało sprecyzowane są również w literaturze poglądy na możliwość „zasolenia" gleb torfowo łąkowych. Już wprawdzie T a c k e (16) otrzymał pewne zmniejszenie się plonów przy wieloletniem jednostronnem nawożeniu potasowem, a F r e c k m a n n (5) pewne obniżenie plonu czy też słabsze działanie przy statycznem nawożeniu kainitem w stosunku do takiegoż nawożenia wysokoprocentową solą potasową, w obu jednak wypadkach sprawa wikłała się przez potrzeby fosforowe gleby torfowej, na której doświadczenia były wykonane; oba też doświadczenia wykonane były metodyką dziś już uznawaną za przestarzałą, bez dostatecznego stopniowania dawek nawozów potasowych, co wynikom ich nie pozwoliło zarysować się z dostateczną wyrazistością. W przeciwieństwie do wyników cytowanych doświadczeń, nie przypuszcza F l e i s c h e r (4), by długotrwałe nawożenie potasowe odbiło się szkodliwie na plonach łąki.

Z zagadnieniem „zasolenia" łączy się w znacznej mierze zagadnienie formy nawozów potasowych. Naogół, zwłaszcza wśród badaczy niemieckich, przeważa pogląd o lepszem działaniu soli potasowych wysokoprocentowych w porównaniu do nawozów niskoprocentowych, a zwłaszcza w porównaniu do kainitu, gdy tymczasem pierwsze lata doświadczeń wykonanych w Z. D. U. T. p o d S a r n a m i zdawały się przemawiać na korzyść kainitu.

Do poglądów ogólnie przyjętych należy natomiast zdanie o szkodliwem oddziaływaniu zupełnej przerwy w nawożeniu potasowem łąk torfowych.

Torfowisko C z e m e r n e pod Sarnami, na którem leżą pola doświadczalne Zakładu doświadczalnego Uprawy Torfowisk, stanowi teren dla badań nad jednostronnem nawożeniem potasowem szczególnie wdzięczny, a to dzięki swojej typowości, dużym zapasom kwasu fosforowego w postaci vivianitu i jego łatwo przyswajalnych produktów wietrzenia, bogactwu azotowemi, przy dostatecznym stopniu rozkładu i połączonemu z temi właściwościami brakowi istotnej reakcji na nawożenie fosforowe i azotowe, przy praktycznie zupełnym

braku potasu i połączonej z tem reakcji na ten składnik. Za dodatnią cechę doświadczeń sarneńskich należy też uznać, że prowadzone w paru serjach o nieco odmiennych schematach pozwalają niektórym zagadnieniom zarysować się z większą wyrazistością, niż to miało miejsce w doświadczeniach dawniejszych.

Te rozważania skłaniają autora niniejszego przyczynka do ogłoszenia dotychczasowych wyników poniższych doświadczeń, mimo ich stosunkowo krótkiego, jak na doświadczenie łąkowe, czasu trwania; objęty bowiem poniższem opracowaniem okres doświadczalny wynosi zaledwie lat pięć.

I. Założenie i przebieg doświadczeń.

Torfowisko Czemerne, na którem założone zostały opisywane poniżej doświadczenia, położone w dorzeczu Słuczy, w ramionach Słuczy i Horynia, w odległości około 4,5 klm. od st. kol. Sarny, jest torfowiskiem turzycowo mszystem, głębokiem, dość silnie namulonem namułami organicznemi, zawierającem znaczne ilości kwasu fosforowego w postaci vivianitu i produktów jego rozkładu i na nawożenie fosforowe narazie nie reagującem, dobrze rozłożonem. Zostało ono opracowane i opisane, przynajmniej w części wchodzącej w skład pól Zakładu dośw. Uprawy Torfowisk, przez szereg Autorów, i posiada dość liczną literaturę, co pozwala nam na tem miejscu opuścić bliższy jego opis, odsyłając zainteresowanych do łatwo dostępnej literatury (14, 8, 18, 1, 15 i w. i. Por. także liczne prace hydrologiczne St. Baca i J. Ostromęckiego, chemiczne B. Świętochowskiego, Zagajewskiej, ekologiczne D. Szymkiewicza). Pole XXXII, na którem przeprowadza się opisane poniżej doświadczenia, posiada pokład torfowy dość znacznej miąższości (pow. 4 m), o dużej zawartości związków fosforowych. Osuszenie jego przy pomocy drenów skrzynkowych o rozstawie co 25 m. ukończone zostało wiosną 1929 r. Nawadnianie podsiąkowe możliwe i stosowane, utrudnione jednak często naskutek braku zapasu wody, dostatecznego dla potrzeb otaczającego kompleksu pól. Wahania zw. w. gr w czasie okresu wegetacyjnego w granicach 70—100 (60—110) cm; stosunkowo

rzadko udaje się, przy pomocy podsiąkania, podnieść zw. w. gr. w ciągu lata znacznie wyżej. Wysokość opadów za lata objęte niniejszem opracowaniem podajemy na tab. I.

TABLICA I.

Opady w Z. D. U. T. pod Sarnami w latach 1929—1935.
Niederschläge auf der Versuchsanstalt f. Moorkultur bei Sarny 1929—1935.

Miesiąc *Monat* / Rok *Jahr*	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rocznie *Jahrlich*
1929	5,9	62,4	143,1	108,2	65,6	75,3	76.8	76,6	42,2	54,7	82,9	22,6	766,3
1930	10,9	9,6	14,8	41,3	53,6	18,9	74,8	83,4	86,3	40,6	76,9	15,1	526,2
1931	11,9	11,9	17,4	27,8	24,2	42,6	28,4	94,2	113,8	49,9	16,2	41,3	479,6
1932	9,5	17,6	6,5	19,5	23,3	90,9	50,3	78,2	38.1	68,9	29,6	29,6	462,0
1933	9,7	29,4	16,4	33,4	123,8	145,4	68,6	40,5	62,5	51,8	38,8	23,2	643,5
1934	2,7	12,4	22,2	37.1	36,2	59,2	136,4	124,7	14,3	27,1	40,7	6,6	519,6
1935	31.7	16,3	12,1	67,8	25,8	105,9	100,4	23,0	51,4	15,5	3,9		

Omawiane doświadczenia założone i rozplanowane zostały w latach 1929 i 1930 przez inż. W. Ostaszewskiego, a od r. 1932 znajdują się pod opieką niżej podpisanego. W sprzętach doświadczenia i opracowywaniu rocznych wyników współdziałali w roli asystentów: inż. inż. H. Kern, F. Zawistowski. J. Michalski, A. Majewski i in.

Świeżo zmeljorowany teren zaorany został 6. VI. 1929 r., poczem, po należytem doprawieniu zasilony dn. 23. VII. kainitem stebnickim 9,09 % w sotsunku 100 kg/ha K_2O, a dn. 14. VIII. 1929 r. zasiana została na nim mieszanka łąkowa o składzie podanym na tab. II.

Na łące tej założone zostały w r. 1930 dwie serje pólek doświadczalnych ze zróżnicowanemi dawkami tlenku potasu w postaci kainitu i soli potasowej 20—22%; niektóre kombinacje zasilone zostały prócz tego nawozami fosforowemi, jedna kombinacja w każdej serji została nienawożona (por. tabele III, IV, V). Kombinacje z nawozami fosforowemi pozostawiamy w niniejszem opracowaniu zupełnie na uboczu.

TABLICA II.

Skład mieszanki łąkowej, na której wykonane były doświadczenia.
Wiesangrasmichung auf welcher die Versuche durchgefurt wurden.

Gatunek roślin *Art der Pflanze*	Wysiew *Aussaat* kg/ha
Tymotka — *Phleum pratense*	6,0
Wyczyniec łąk. — *Alopecurus pratensis*	2,0
Kostrzewa łąk. — *Festuca pratensis*	7,5
Kupkówka — *Dactylis glomerata*	4,0
Owsik wyniosły — *Avena elatior*	2,0
Mozga trzcinowata — *Phalaris arundinacea*	2,5
Rajgras angielski — *Lolium perenne*	2,0
Wiechlina łąkowa — *Poa pretensis*	3,5
„ płodna — *Poa serotina*	2,5
Kostrzewa czerwona — *Festuca rubra*	3,5
Mietlica biała — *Agrostis alba*	1,5
Koniczyna biała — *Tritolium repens*	0,5
Koniczyna szwedzka — *Trifolium Hybridum*	2,5
Komonica błotna — *Lotus uliginosus*	1.0
Łącznie — *Sa*	41 kg/ha

Na jednej z wzmiankowanych serji przerwano na wszystkich poletkach nawożenie w r. 1931 dla badania następczego działania poszczególnych dawek K_2O („Nawożenie przerwane", A). Co do drugiej serji doświadczalnej („Nawożenie ciągłe" B), to istnieją pewne wątpliwości: w sprawozdaniu ZDUT za rok 1931 brak bowiem danych co do nawożenia tej serji w r. 1930, z czego możnaby wnioskować, że w roku tym całe pole było jednolicie nawożone, tymczasem ustosunkowanie się plonów i plony z poletek „zerowych" (nienawożonych) w r. 1931, identyczne z plonami takichże poletek na dośw. A, wskazują na to, że już w r. 1930 zastosowane zostało dawkowanie nawozów po-

tasowych według schematu doświadczenia. Tę tezę przyjmujemy zatem jako pewnik, zaznaczając tylko wątpliwość dla zadośćuczynienia sumieniu, przyczem podkreślić należy, że gdyby prawdą było przypuszczenie pierwsze, zasadnicze tezy naszego przyczynka nietylko nie uległyby zmianom, lecz w pewnej mierze potwierdzone byłyby a fortiori.

W odnośnych tabelkach podane zostały schematy nawozowe poszczególnych kombinacji. W roku 1933, naskutek okoliczności, których tu bliżej omawiać nie będziemy, wszystkie kombinacje nawozowe z kainitem otrzymały ilość tlenku potasu mniejszą o 1/3 od przewidzianej w schemacie. Uwidocznione to zostało w tab. III. I znowu zaznaczyć wypada, że gdyby wysokość dawki kainitu w roku tym utrzymana była w wysokości przewidzianej schematem, podstawowe tendencje mechanizmu działania nawozów potasowych wyszłyby na jaw prawdopodobnie z większą jaskrawością.

Powierzchnia poletek wynosiła w obu serjach doświadczalnych 100 m², ilość powtórzeń zastosowanych w serji A wynosiła 4, w serji B 5.

Prócz uprawek przed i posiewnych, nie stosowano w omawianym okresie czasu żadnych uprawek pielęgnacyjnych.

II. Plony.

Szczegółowe wyniki liczbowe podawane były corocznie w odnośnych sprawozdaniach ZDUT, źródle bardzo łatwo dostępnem. Toteż w opracowaniu niniejszem wstrzymujemy się od ich powtarzania, ograniczając się do podania zestawienia łącznego plonu siana dla poszczególnych lat i kombinacyj (tab. IV i V).

Za rok zasiewu 1929, brak danych liczbowych dla obu seryj, dla roku 1930, będącego drugim rokiem po założeniu łąki, a więc, prawdopodobnie, jak zwykle w naszych warunkach, rokiem najwyższej wydajności łąki, brak również danych liczbowych dla dośw. B. Dla dośw. A posiadamy tylko plony siana pierwszego pokosu, gdyż pokos drugi nie mógł być zważony ze względu na bardzo złe warunki atmosferyczne. Plony pokosu I-go były wysokie, wahając się od powyżej 64 q/ha, do ponad 74 q/ha.

TABLICA III.

Zestawienie dawek nawozowych K_2O 1929 — 1935.
Zusammenstellung der K_2O — Düngergaben.
Kg/ha K_2O.

Kombinacja	A. Nawożenie przerwane — *Unterbrochene Düngung*						
	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935
50 kg/ha K_2O w Kainicie	100	50	0	50	33,3	50	50
50 „ „ w Soli pot. *in Kalisaltz*	100	50	0	50	50	50	50
100 „ „ w Kainicie	100	100	0	100	66,6	100	100
100 „ „ w Soli pot. *in Kalisaltz*	100	100	0	100	100	100	100
150 „ „ w Kainicie	100	150	0	150	100	150	150
150 „ „ w Soli pot. *in Kalisaltz*	100	150	0	150	150	150	150
0	100	0	0	0	0	0	0
	B. Nawożenie ciągłe — *Ununterbrochene Düngung*						
30 kg/ha K_2O w Kainicie	100	30	30	30	20	30	30
60 „ „ w Kainicie	100	60	60	60	40	60	60
100 „ „ w Kainicie	100	100	100	100	66,6	100	100
100 „ „ w Soli pot. *in Kalisaltz*	100	100	100	100	100	100	100
120 „ „ w Kainicie	100	120	120	120	80	120	120
150 „ „ w Kainicie	100	150	150	150	100	150	150
150 „ „ w Soli pot. *in Kalisaltz*	100	150	150	150	150	150	150
0	100	0	0	0	0	0	0

Plon poletek wzorcowych (zerowych) wynosił 70,25 q/ha siana, ustępując tylko plonom z kombinacyj z nawożeniem 150 kg/ha K_2O (72,25 q/ha siana dla kainitu i 74,02 q/ha dla soli potasowej 20%). Ta mała rozpiętość wyników i brak ścisłej współzależności między nawożeniem i plonem świadczą, że dawka przedsiewna podstawowa (100 kg/ha K_2O) została w roku zasiewu bardzo mało wyzyskana i całe pole było jeszcze w pełni nasycone pochodzącym z niej potasem.

Ponieważ i sami ówcześni wykonawcy doświadczenia nie przykładają wagi do tych wyników, nie ogłaszając ich nawet w odnośnem sprawozdaniu, nie będziemy i my bliżej ich komentować, unikając nawet wciągania ich do dalszych omówień, podajemy je tylko dla ilustracji plonów drugiego roku po zasiewie.

Plony lat następnych są znacznie niższe, gdyż plony obu pokosów razem, przeważnie zaledwie dorównują, lub niewiele przewyższają plony samego pierwszego pokosu z roku posiewnego. W ciągu lat 5 jednak (1931—1935 włącznie) nie uwydatnia się już jakiś dalszy regularny spadek plonów, który, jeżeli następuje, został zamaskowany przez roczne wahania; nie mówimy tu o zniżce na tych kombinacjach, na których musi ona być przypisana zbyt intensywnemu nawożeniu (o czem niżej).

Jako punkt porównania wyników obu seryj doświadczalnych o nieco odmiennych schematach służą wspólne obu serjom kombinacje nawozowe 0, 100 i 150 kg/ha K_2O. Porównanie plonów z kombinacji „zerowych" za rok 1931 oraz średniej plonów z tych kombinacyj za lat 5, wskazuje na duże wyrównanie terenu i innych warunków pozadoświadczalnych i na porównywalność danych liczbowych obu seryj.

a) Działanie następcze K_2O.

Z plonów dla doświadczenia A i z plonów kombinacji zerowej dla dośw. B za rok 1931 (tab. IV i V) wynika — a potwierdza to szereg innych doświadczeń wykonanych w Sarnach, — że już po jednorazowem nawożeniu świeżo zagospodarowanego torfowiska tlenkiem potasu, wpływ następczy tego nawożenia jest silny, nie przekracza natomiast w sposób wydatny trzeciego roku po nawożeniu.

TABLICA IV.

Plony siana I + II pokos

Nawożenie przerwane. A.

Kombinacje nawozowe / Rok	1931	1932	1933	1934	1935	Średnie z 5 lat
O	43,6 ± 2,8	13,7 ± 1,4	13,1 ± 0,3	16,9 ± 1,8	29,1 ± 1,6	21,8 ± 1,6
50 kg K_2O w kainicie	49,4 ± 2,9	44,2 ± 0,3	28,4 ± 1,1	56,1 ± 3,4	60,2 ± 1,7	47,7 ± 1,9
50 kg K_2O w soli potasowej	49,8 ± 3,7	44,0 ± 3,2	30,0 ± 1,3	56,0 ± 4,1	71,2 ± 2,9	50,2 ± 3,0
100 kg K_2O w kainicie	63,3 ± 1,4	50,3 ± 2,7	45,9 ± 2,2	64,8 ± 3,0	71,3 ± 0,9	59,1 ± 2,0
100 kg K_2O w soli potasowej	55,5 ± 3,5	54,0 ± 1,0	49,5 ± 1,6	69,2 ± 1,2	79,4 ± 2,6	61,5 ± 2,0
150 kg K_2O w kainicie	59,8 ± 6,0	62,7 ± 2,9	57,2 ± 3,1	67,4 ± 4,3	73,0 ± 2,4	64,0 ± 3,7
150 kg K_2O w soli potasowej	54,1 ± 4,5	56,1 ± 3,2	65,1 ± 2,5	77,8 ± 4,5	84,9 ± 3,5	67,6 ± 3,6
100 kg K_2O w soli potasowej 50 kg P_2O_5 superfosfacie	45,9 ± 2,2	56,6 ± 3,3	45,6 ± 2,6	78,5 ± 3,6	84,5 ± 1,5	62,2 ± 2,6
100 kg K_2O w soli potasowej 50 kg P_2O_5 w tomasynie	51,1 ± 2,9	53,1 ± 1,8	44,9 ± 2,6	69,0 ± 2,6	79,8 ± 0,9	59,7 ± 2,2
Średnia	52,5 ± 3,3	48,4 ± 2,2	42,2 ± 1,9	61,7 ± 3,2	69,6 ± 2,0	54,9 ± 2,5

TABLICA V.

Plony siana I + II pokos

Nawożenie ciągłe, B.

Kombinacje nawozowe / Rok	1931	1932	1933	1934	1935	Średnie z 5 lat
O	42,4 ± 3,1	8,2 ± 0,8	20,4 ± 1,9	15,2 ± 1,3	15,5 ± 0,8	20,3 ± 1,6
30 kg K_2O w kainicie	57,5 ± 2,3	37,6 ± 1,7	38,4 ± 1,3	51,0 ± 1,9	46,0 ± 2,6	46,1 ± 2,0
60 kg „	70,7 ± 2,3	59,0 ± 2,2	63,4 ± 1,2	63,3 ± 1,6	63,2 ± 1,2	63,9 ± 1,7
100 kg „	81,5 ± 4,4	73,2 ± 1,9	75.0 ± 3,9	66,1 ± 1,9	66,7 ± 2,8	72,5 ± 3,0
120 kg „	84,1 ± 2,6	76,2 ± 1,5	87,7 ± 2,4	63,8 ± 1,3	65,2 ± 2,6	75,4 ± 2,1
150 kg „	89,1 ± 1.5	77,3 ± 1,9	93,1 ± 2.2	61,8 ± 1,3	57.3 ± 2,2	75,7 ± 1,8
100 kg w soli potasowej	82,9 ± 4,6	75,6 ± 4,9	91.9 ± 1,2	84,8 ± 3,5	81,5 ± 2,8	83,3 ± 3,4
150 kg „ „	86,9 ± 3,2	78,5 ± 1.4	104.3 ± 2,7	85,9 ± 4,2	79,4 ± 4,3	87,0 ± 3,2
100 kg „ „ 100 kg P_2O_5 w superfosfacie	—	76,7 ± 1,9	89,3 ± 1,7	71,2 ± 3,0	69,6 ± 2,2	76,7 ± 2,2
Średnia	74,4 ± 3,0	62,5 ± 2,0	73,7 ± 2,1	62,6 ± 2,2	60,5 ± 2,4	66,7 ± 2,3

Kiedy w stosunku do poletek w r. 1930 nienawożonych bezpośrednie działanie nawozów potasowych wyrażało się zwyżkami plonów siana: przy 50 kg/ha K_2O (z interpolacji 30 i 60 kg/ha) ok. 50% i 20 q, przy dawce 100 kg/ha ok. 100% i 40 q, przy dawce 150 kg ok. 120% i 48 q, — to działanie następcze wyrażało się zwyżkami przy dawkach: 50 i 100 kg/ha K_2O: 15% i 6 q, względnie 50% i 19 q.; dalsze podniesienie dawki K_2O ze 100 na 150 kg/ha nie zwiększyło działania następczego. Przyczem jednak pamiętać należy, że poletka „zerowe, nienawożone" otrzymały w roku 1929 kainit w stosunku 100 kg/ha K_2O.

Działanie następcze kainitu wydaje się nieco lepsze od takiegoż działania soli potasowej, gdy tymczasem działanie bezpośrednie soli potasowej wydaje się w danym roku równie dobre lub nawet lepsze.

W innych doświadczeniach sarneńskich działanie następcze nawozów potasowych było znacznie silniejsze procentowo przy plonach kombinacji „zerowej" nie dochodzących 7 q/ha z pierwszego pokosu. Dochodziły one, na mieszance pastwiskowej, w jednym wypadku przy dawce 100 kg/ha K_2O do 241% przy kainicie, a do 243% przy soli potasowej, a do 537 względnie 548% przy dawce 150 kg/ha K_2O; w drugim wypadku przy 80 kg/ha K_2O w postaci różnych nawozów dochodziła zwyżka z pierwszego pokosu do 350%. W liczbach bezwzględnych wyrażone nie przekraczały jednak te zwyżki 34,5 względnie 17,5 q siana z ha. W doświadczeniach tych w roku poprzednim (1929) plony poletek „zerowych" (które w r. 1928 otrzymały jednak nawożenie „podstawowe" w stosunku 100kg/ha K_2O) dały plony 53—54 q/ha z obu pokosów, a zwyżki wywołane dawką K_2O w roku doświadczalnym wynosiły do 53% czyli 28 q/ha siana przy dawkach 80 kg/ha K_2O, a do 64,5% i ponad 34 q/ha siana przy 150 kg/ha K_2O. W powyższych wypadkach widzimy zatem silne działanie następcze, lecz zapasy potasu zostają już wyczerpane przez 3 pierwsze pokosy.

W naszym wypadku brak dokładnych danych liczbowych za rok poprzedni uniemożliwia bliższą analizę wyników.

b) Wpływ przerwania nawożenia.

Wpływ przerwania nawożenia w trzecim roku po zagospodarowaniu łąki torfowej odbił się silnie na plonach serji A w stosunku do serji B. Dopiero w latach 1934 i 1935, t. j. po 3—4 latach ponownego pełnego nawożenia wyrównują się plony obu serji, przyczem wyrównanie to nadchodzi szybciej przy dawkach 150 kg/ha, niż przy dawkach 100 kg/ha K_2O, szybciej przy kainicie, niż przy soli potasowej. (rys. 1).

Bliższa analiza dynamiki działania obu rodzajów nawozów jak i działania statycznych wysokich ich dawek, każe zachować ostrożność w wyciągniu stąd wniosków, gdyż musimy uwzględnić obniżanie się plonów pod wpływem przenawożenia potasowego i różnice w zachowaniu się obu rodzajów nawozów przy różnej wysokości dawek. W części przynajmniej obniżanie się plonów musi być przypisane silniejszemu „zasoleniu" kombinacyj nawożonych corocznie i kombinacyj nawożonych kainitem. (por. dalsze ustępy).

Wpływ jednorazowego przerwania nawożenia w pierwszych latach zagospodarowania łąki na skład botaniczny porostu jest jeszcze silniejszy i głębszy, od wpływu wywartego na wysokość plonów. Zagadnienie to zostanie bliżej omówione w drugiej części niniejszego opracowania.

c) Dynamika działania nawozów potasowych.

Jeżeli teraz przyjrzymy się wykresom plonów siana z obu doświadczeń, (rys. 2 i 3), to zauważymy, że przy nawożeniu ciągłem, plony wzrastają wraz z dawką K_2O tylko w przeciągu pierwszych 4—5 lat użytkowania łąki. W latach następnych utrzymuje się już dodatnie działanie dawek tlenku potasu na plony tylko do wysokości 100 kg/ha K_2O. Dawki wyższe od tej normy zaczynają działać na plony obniżająco. Przy nawożeniu przerwanem do obniżającego działania wysokich dawek tlenku potasu w omawianym okresie czasu nie dochodzi, choć zwyżka plonu wywołana dawką powyżej 100 kg/ha K_2O staje się bardzo nieznaczną.

Te zwyżki plonów są obok bezwzględnej wysokości plo-

nów, lub może w wyższym od nich stopniu, charakterystycznym miernikiem dla oceny dynamiki działania tlenku potasu. Wyrażamy je w postaci jednostkowej zwyżki płonów, rozumiejąc pod tą nazwą nadwyżkę ilości siana (w q/ha) uzyskaną przez zwiększenie dawki tlenku potasu o 1 kg/ha w granicach dwu dawek potasowych różnej wysokości.

Z tablic VI i VII oraz wykresów rys. 4 i 5 widzimy, że jednostkowa zwyżka plonów maleje wraz ze zwyżką dawki tlenku potasu. Jest to zrozumiałem. Innemi słowy, wraz z podwyższeniem dawki potasu spada efekt wywołany przez 1 kg/ha K_2O, efekt wyrażony w q/ha siana.

Spadek jednostkowego działania 1 kg tlenku potasu wraz z wzrostem nawożenia nie jest jednak stały w przeciągu lat doświadczalnych. Wyraźny, lecz powolny przy nawożeniu ciągłem, a niewyraźny i nawet niepewny przy nawożeniu przerwanem w pierwszych latach doświadczenia, staje się on po paru latach nawożenia statycznego coraz wyraźniejszym i gwałtowniejszym. W latach 1934 i 1935 przechodzi jednostkowa zwyżka plonów w granicach nawożenia 100 — 150 kg na ha K_2O w wartość negatywną, zniżkę plonów.

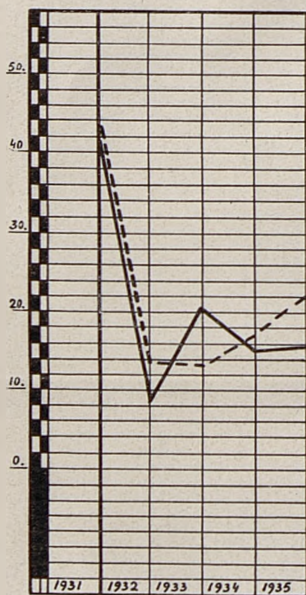
Jeżeli teraz przyjrzymy się przebiegowi krzywych tych jednostkowych zwyżek plonów dla każdego przedziału wysokości dawki K_2O zosobna, w przeciągu lat doświadczalnych uwzględnionych w niniejszem opracowaniu, (rys. 6), to zauważymy, że dla dawek najniższych, których efekt porównujemy bezpośrednio z poletkami „zerowemi" (w braku innego punktu porównania), działanie jednostkowe wzrasta z biegiem lat. Uwzględnić tu jednak musimy wyczerpywanie się zapasów tlenku potasu danych na poletkach „zerowych" w r. 1929 w postaci nawożenia „podstawowego", w wysokości 100 kg/ha K_2O. Dlatego też dane z tych kombinacji muszą być pozostawione bez bliższych komentarzy. Jednakowoż i następne dawki (50—100 wzgl. 30—60 kg/ha K_2O) nie wykazują wyraźnego spadku jednostkowego działania.

Zniżki plonów nie stwierdzamy również przy nawożeniu przerwanem, nawet przy dawkach 150 kg/ha K_2O. Przy nawożeniu ciągłem natomiast, już nadwyżka z 60 na 100 kg/ha K_2O wykazuje spadek jednostkowej produkcyjności, który zazna-

Plon siana przy dawkach 0, 100 i 150 kg/ha K_2O.

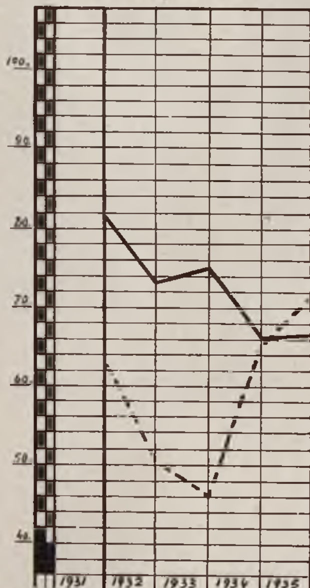
Heuertrag bei K_2O Gaben 0, 100 u. 150 kg/ha.

0.



Kainit.

100 kg/ha K_2O.

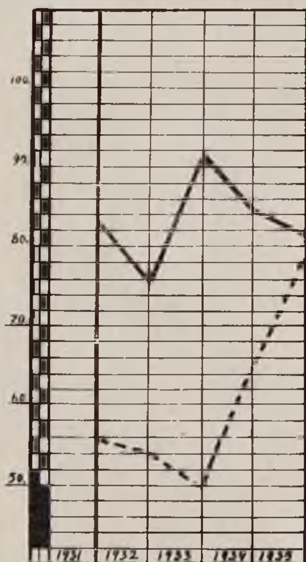


150 kg/ha K_2O.

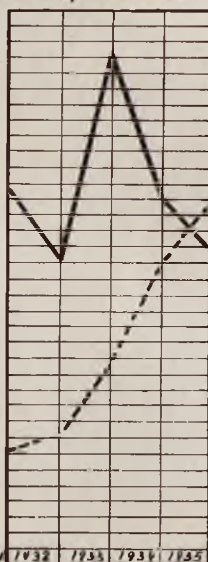


Sól potasowa — Kalisalz.

100 kg/ha K_2O.



150 kg/ha K_2O.



LEGENDA.

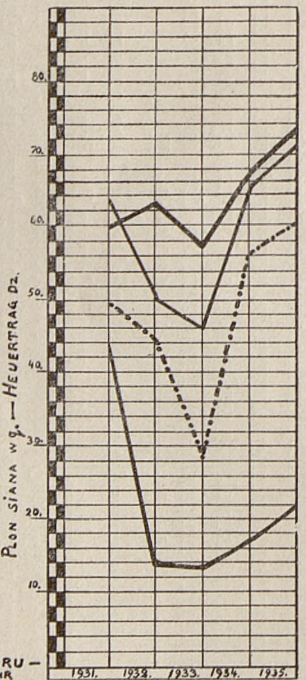
- - - - - - - - Nawożenie przerwane — Unterbrochene düngung.

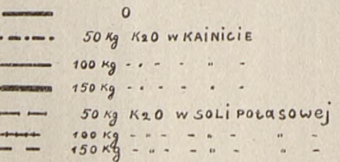
——— Nawożenie ciągłe — Ununterbrochene düngung.

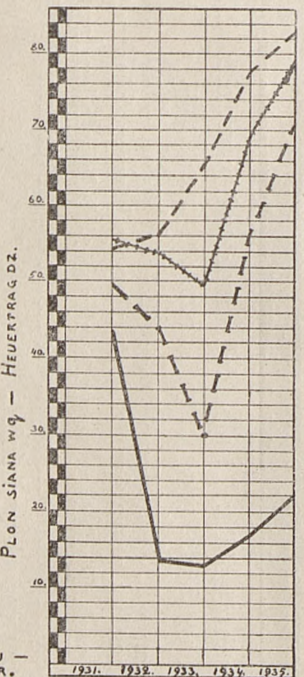
Rys 1.

DZIAŁANIE WZRASTAJĄCYCH DAWEK TLENKU POTASU — NAWOŻENIE PRZERWANE.

WIRKUNG STEIGENDER K_2O GABEN — UNTERBROCHENE DÜNCUNG.







Rys. 2.

cza się wyraźnie po r. 1933, a więc począwszy od 5-go roku po zasiewie, a 4-go po rozpoczęciu nawożenia zróżnicowanego. Wzrost produkcyjności do r. 1933 możemy sobie wyjaśniać w sposób dwojaki: 1) albo jako rzeczywisty wzrost efektywności nawożenia, wywołany lepszem wyzyskaniem składników pokarmowych przez rozwijającą się łąkę, 2) albo lepszem wyzyskaniem nawozów na skutek lepszych warunków meteorologicznych. Posiadany przez nas materjał doświadczalny nie pozwala na stanowcze wypowiedzenie się za jednem czy drugiem z powyższych wyjaśnień.

Średnie plony jednostkowe uzyskane w q/ha na 1 kg/ha K_2O (bez uwzględnienia nawożenia podstawowego z roku 1929) przedstawione zostały na tab. VI, podczas gdy na tab. VII uwidocznione zostały jednostkowe zwyżki plonów w obrębie poszczególnych odcinków skali nawożenia.

Z tabelek tych wynika m. i., że nawożenie potasowe zostało lepiej wyzyskane przy nawożeniu ciągłem, niż przy nawożeniu przerwanem i to mimo wyraźnie szkodliwego działania przepotasowania pola, występującego, jak to widzieliśmy wyżej, przy nawożeniu ciągłem wysokiemi dawkami nawozów potasowych. Wyższość nawożenia ciągłego uwydatniała się silniej przy niższych dawkach potasu. Przy dawkach wyższych różnice między nawożeniem ciągłem a przerwanem dążą stopniowo do wyrównania się.

Jeżeli jednak zamiast plonów jednostkowych weźmiemy jednostkowe zwyżki plonów przy odpowiednich naddawkach tlenku potasu, to zauważymy, że przy wyższych dawkach tlenku potasu stosunek się zmienia, a szala przechyla się na korzyść nawożenia przerwanego. Przyczem za dawkę krytyczną przyjąć możemy dawkę w wysokości 100 kg/ha K_2O.

Różnice w wykorzystaniu kainitu i soli potasowej 22% są bardzo niewielkie, jednakowoż dynamika ich, w połączeniu z całokształtem wyników doświadczenia, nie jest pozbawiona wymowy: przy nawożeniu przerwanem bowiem, uwydatnia się przewaga kainitu. Wyraźna przy niższych dawkach nawozowych, zanika ona przy dawkach wyższych.

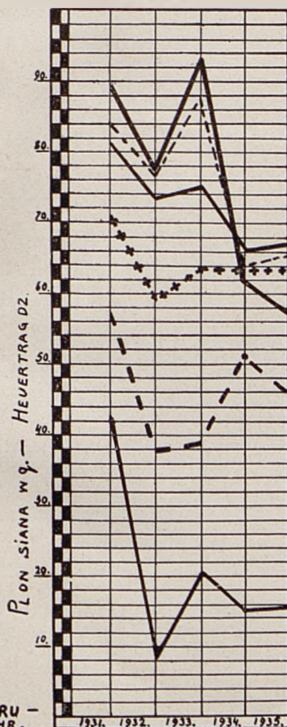
Przy nawożeniu ciągłem natomiast, lepszem jest — w ra-

DZIAŁANIE WZRASTAJĄCYCH DAWEK TLENKU POTASU —

— NAWOŻENIE CIĄGŁE.

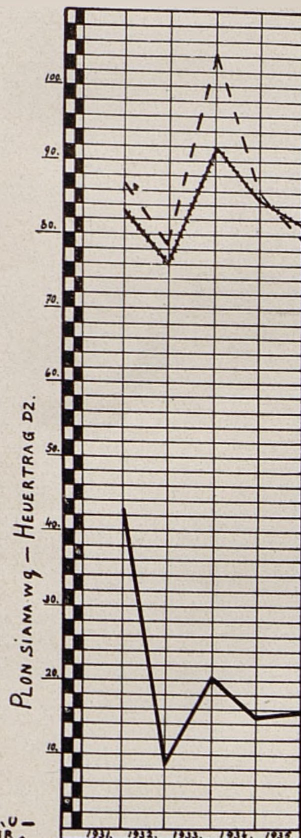
WIRKUNG STEIGENDER K_2O GABEN —

— UNUNTERBROCHENE DÜNGUNG.



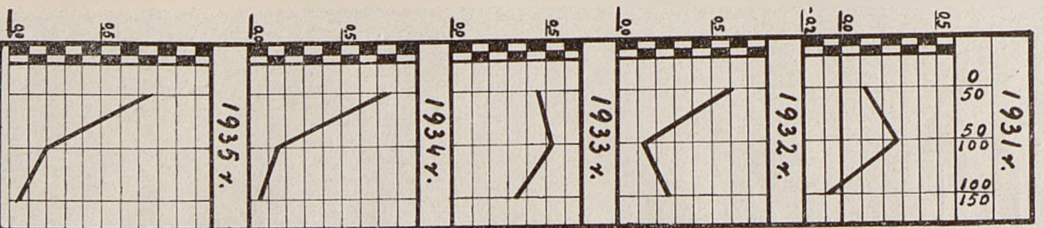
LEGENDA.

0
30 kg K_2O w kainicie
60 kg " " " " "
100 kg " " " " "
120 kg " " " " "
150 kg " " " " "
100 kg K_2O w soli potasowej
150 kg " " " " "



Rok zbioru —
— ERNTEJAHR.

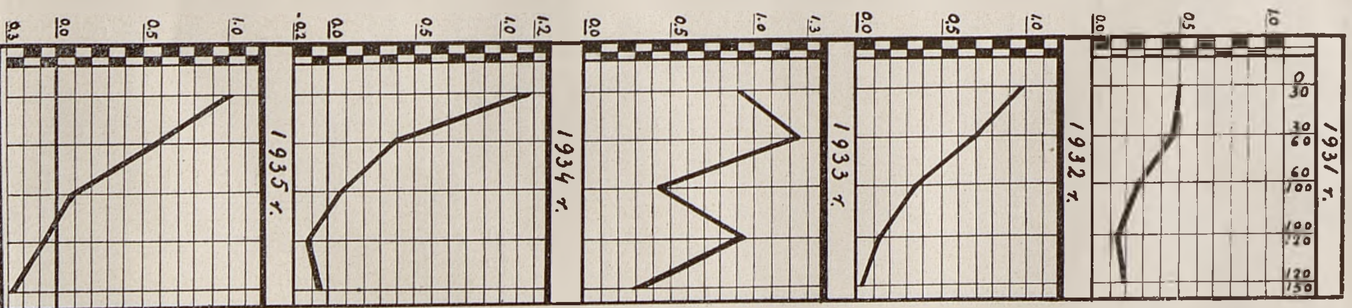
Rys. 3.



Rys. 4.

Jednostkowe nadwyżki plonu siana wywołane dodatkowem nawożeniem K_2O w kainicie przy nawożeniu ciągłem w q siana na kg/ha K_2O.

Einzelmehrerträge hervorgerufen von einer Mehrdüngung von 1 kg/ha K_2O in dz. Heuununterbrochene Düngung.



Rys. 5.

Jednostkowe nadwyżki plonu siana wywołane dodatkowem nawożeniem K_2O w kainicie przy nawożeniu przerwanem w q siana na kg/ha K_2O.

Einzelmehrerträge hervorgerufen von einer Mehrdüngung von 1 kg/ha K_2O in dz. Heu — unterbrochene Düngung.

TABLICA VI.

Plony jednostkowe w q siana na 1 kg K_2O. Średnia za lat 5.
Funfjährige Mittelerträge in dz. Heu auf 1 kg K_2O.

Dawki K_2O K_2O-Gaben	Kainit	Sól pot. Kalis.
B. Nawożenie ciągłe *ununterbrochene Düngung*		
0 — 30	0.919	
0 — 60	0.799	
0 — 100	0.577	0.630
0 — 150	0.418	0.444
A. Nawożenie przerwane *unterbrochene Düngung*		
0 — 50	0.684	0.567
0 — 100	0.507	0.497
0 — 150	0.389	0.382

TABLICA VII.

Jednostkowa zwyżka plonów wywołana przez nadwyżkę 1 kg/ha K_2O w q siana. Średnio z lat 5.
Mehrertrag im dz. Heu hervorgerufen durch Mehrdüngung v. 1 kg/ha K_2O. Fünfjahriger Mittel.

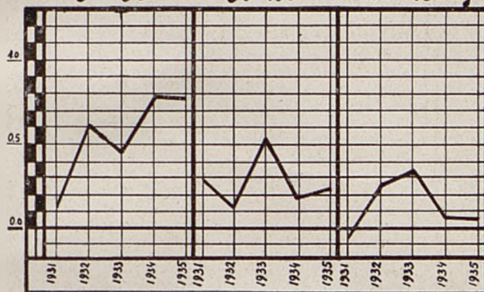
Granice nawożenia w kg/ha K_2O *Düngungsgrenz*	Kainit	Sól potasowa *Kalisalz*
B. Nawożenie ciągłe *Unenterbrochene Düngung*		
0 — 30	0.919	
30 — 60	0.677	
60 — 100	0.249	
100 — 120	0.207	
120 — 150	0.029	
0 — 100	0.577	0.630
100 — 150	0.067	0.073
A. Nawożenie przerwane *Unterbrochene Düngung*		
0 — 50	0.684	0.567
50 — 100	0.320	0.282
100 — 150	0.154	0.152
0 — 100	0.507	0.497

JEDNOSTKOWA ZWYŻKA PLONÓW SIANA WYWOŁANA PRZEZ NADWYŻKĘ 1 kg K_2O.

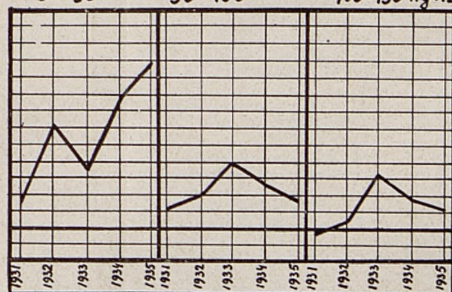
/MEHRERTRAG VON HEU /IN DZ/ HERVORGERUFEN DURCH EIN MEHRDÜNGUNG VON 1 kg K_2O./

NAWOŻENIE PRZERWANE.
/UNTERBROCHENE DÜNGUNG./

KAINIT — 0–50, 50–100, 100–150 kg K_2O.

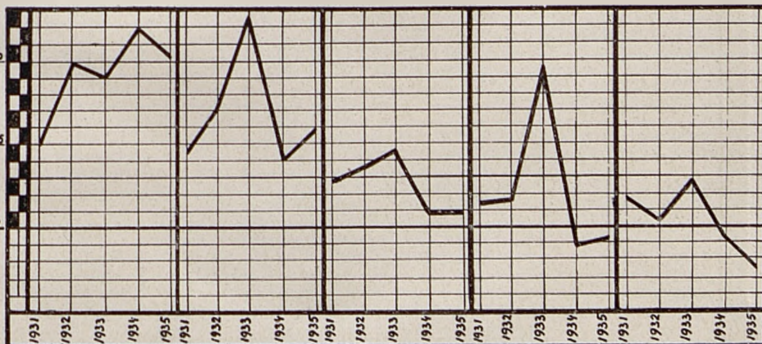


SÓL POTASOWA – KALISALZ — 0–50, 50–100, 100–150 kg K_2O.



NAWOŻENIE CIĄGŁE.
/UNUNTERBROCHENE DÜNGUNG./

KAINIT — 0–30, 30–60, 60–100, 100–120, 120–150 kg K_2O.



SÓL POTASOWA – KALISALZ — 0–100, 100–150 kg K_2O.



Rys. 6.



mach stosowanych przez nas dawek nawozowych — działanie soli potasowej.

W granicach nawożenia do 100 kg/ha K_2O zużyto średnio na produkcję 1 q siana w kainicie 1,29 kg K_2O, w soli potasowej 1,20 kg K_2O. Są to liczby nieco niższe od podawanych przez Feilitzena i większości innych badaczy, przyczem jednak należy zwrócić uwagę, że nie uwzględnialiśmy ani nawożenia wstępnego, ani też plonów pierwszych lat istnienia łąki.

Nasuwa się pytanie, czy wpływ różnicowania nawożenia odbija się silniej na pierwszym, czy na drugim pokosie i czy wysokość dawki tlenku potasu odbija się na stosunku obu pokosów w sposób widoczny?

Tabela VIII przedstawia wzrost plonu w zależności od wysokości dawki potasowej dla każdego pokosu zosobna 1) w q/ha siana, 2) w %% wagi siana w stosunku do poletek nienawożonych. Mimo bowiem, że w znacznej mierze podzielamy wątpliwości (5) co do przydatności plonów kombinacji „zerowej" jako miernika działania nawozów, zwłaszcza na łąkach torfowych, to jednak w danym wypadku wydaje on nam się miernikiem bardziej objektywnym od bezwzględnej zwyżki plonów, będącej już funkcją działania różnych dawek i samej wysokości plonu w danym roku.

Wpływ nawożenia uwydatnia się w znacznie wyższym stopniu w pierwszym, niż w drugim pokosie. Jakiejś zależności od wysokości dawki tlenku potasu nie da się tu jednak naogół stwierdzić, nie można bowiem uznać za istotną lekkiej zależności jaka zarysowała w serji A. (Tab. IX).

Nie wykazuje również zależności od wysokości dawki K_2O stosunek wagi obu pokosów (tab. X) w poszczególnych latach. W przecięciu lat pięciu zarysowuje się pewna zależność tylko w serji doświadczalnej z nawożeniem ciągłem. Odnośna współzależność wyraża się w liczbach:

dla serji A (nawożenie przerwane):

$$r = + 0{,}16 \pm 0{,}16$$

dla serji B (nawożenie ciągłe):

$$r = + 0{,}27 + 0{,}15$$

I tu zatem współzależność musi być uważana za nieistotną.

TABLI

Zwyżka plonów siana I i II pokosu

Heuernteenhöhung in dz/ha und

Rok — *Jahr*	Dawki K_2O *K_2O Gaben* Kg/ha	Plony poletek nienawożonych *Ungedüngt*		K a i					
				I pokos — I *Schnitt*					
		I pokos	II pokos	0—30	0—50	0—60	0—100	0—120	0—150
				B. Nawożenie nieprzerwane —					
1931	q	23,92	18,52	4,6	—	9,5	15,7	17,4	19,2
	%	0	0	19,2		39,6	65,6	72,7	80,1
1932	q	3.57	4,57	20.1	—	33,8	42,0	44.53	46.53
	%	0	0	563,8		947,6	1177,3	1247.3	1303,3
1933	q	10,5	9,9	8,3	—	24,2	37,3	46,1	52,8
	%	0	0	79,0		230.5	355,2	439,0	502,9
1934	q	5,1	10,1	18,1	—	25,4	27,4	27,1	26,7
	%	0	0	355,0		498,2	537,3	531.4	523,7
1935	q	8,1	7,4	18,2	—	25,8	26,7	25,2	20,8
	%	0	0	224,7		318,5	329,6	311,1	257,8
				A. Nawożenie przerwane —					
1931	q	26,7	22,1	—	6,2	—	15,2	—	15,6
	%	0	0		28,5		70,1		72 1
1932	q	8,4	5,3	—	19,2	—	19,3	—	25,6
	%	0	0		229,4		240,1		305,7
1933	q	8,4	4,7	—	9,4	—	21,2	—	30,0
	%	0	0		111,9		252,4		357,2
1934	q	6,0	10,9	—	18,1	—	22,9	—	23.5
	%	0	0		301,7		381.7		391,7
1935	q	10,5	11,4	—	24,5	—	29,3	—	25,7
	%	0	0		233,3		279,0		244,8

CA VIII.

w q/ha i $^0/_0$ parcelek nienawożonych.

$^0/_0$ *der ungedüngten Parzellen.*

n i t						Sól potasowa — *Kalisalz*					
II Pokos — II *Schnitt*						I Pokos—I *Schnitt*			II Pokos—II *Schnitt*		
0—30	0—50	0—60	0—100	0—120	0—150	0—50	0—100	0—150	0—50	0—100	0—150
Ununterbrochene Düngung											
10,6	—	18,8	23,4	24,2	37,5	—	12,9	16,5	—	27,6	28,0
57,4		101,3	126,2	130,8	148,5		54,0	69,1		148,9	151,3
9.43	—	17,0	23,0	23,5	22,6	—	44,1	44,1	—	23,3	26,3
263,4		372,6	503,9	514,9	495,2		1236,1	1248,4		514,9	576,1
9,7	—	18,8	17,3	21,2	19,9	—	43,0	51,9	—	28,5	32,0
98,0		189,9	174,7	214,1	201,0		409,5	494,3		287,8	323,2
17,7	—	22,7	23,5	21,5	19,9	—	37,7	38,1	—	31,9	32,6
175,8		224,7	232,7	212,9	197,0		739,2	747,1		315,8	322,8
12,3	—	21,9	24,5	24,5	20,8	—	35,4	41,0	—	30,6	25,5
166,2		295,9	231,6	331,1	273,7		437,0	406,2		413,5	344,6
Unterbrochene Düngung											
—	—0,6	—	—	—	0,27	6,5	11,8	11,5	—0,58	—0,25	—1,2
	—2,9				0,1	30,2	54,6	53.0	—2,6	—1,1	—5,4
—	11,3	—	—	—	23,4	19,2	22,8	21,2	11,1	17,5	21,1
	213,2				441,5	229,3	272,3	253,2	209,4	330,2	398,1
—	5,9	—	—	—	14,1	9,1	18,0	31,7	7,3	17,4	20,3
	125,5				300,0	108,3	214,3	377,4	155,3	376,2	431,9
—	21,1	—	—	—	27,0	18,4	24,5	29,5	20,7	27,8	31,4
	193,6				247,8	306,7	408,3	491,7	190,0	255,0	288,1
—	13,8	—	—	—	25,4	31,7	34,5	33,9	17,6	23,0	29,1
	121,1				222,8	301,9	328,6	322,9	154,4	201,8	255,5

TABLICA IX.

Stosunek zwyżki plonów siana w I i w II pokosie

Verhältniss d. Heuernteerhöhung im I u. II Schnitte

k/ha K_2O — Rok / *Jahr*	B. Nawożenie ciągłe—*Ununterbrochene Dgng.*							A. Nawożenie przerwane—*Unterbrochene Düng.*					
	Kainit					Sól potasowa		Kainit			Sól potasowa		
	0—30	0—60	0—100	0—120	0—150	0—150	0—150	0—50	0—100	0—150	0—50	0—100	0—150
1931	0,3	0,4	0,5	0.6	0,5	0,3	0.5	—	—	—	—	—	—
1932	2.1	2,6	2,3	2.4	2,6	2,4	2,2	1,1	0,7	0,7	1,1	0,8	0,6
1933	0,8	1,2	3,1	2,0	2,5	1,4	1,5	0,9	1,4	1,2	0.7	0,6	0,9
1934	2,0	2.2	2.3	2,5	2,7	2,3	2,3	1.6	1,6	1.6	1,6	1,6	1,7
1935	1,5	1,1	1,0	0,9	0,9	1,1	1.2	1,9	1.6	1.1	2,0	1,6	1,3
Średnio	1,2	1,5	1.8	1,7	1,8	1,5	1,5	1,4	1,3	1,2	1,4	1,2	1,1

TABLICA X.

Stosunek plonów I do plonów II pokosu.
Verhältniss der Heuerträge des I u. II schnittes.

B. Nawożenie ciągłe — *Ununterbrochene Düngung.*

kg/ha K_2O / Rok *Jahr*	*Kainit*						Sól potas.		Średnio nawożone *Mittel gedüngt*
	0	30	60	100	120	150	100	150	
1931	1,28	0,97	0,89	0,95	0,96	0,94	0,79	0,87	0,91
1932	0,78	1,69	1,73	1,65	1,71	1,84	1,71	1,54	1,70
1933	1,06	0,96	1,21	1,76	1,82	2,12	1,39	1,49	1,53
1934	0,50	0,83	0,93	0,97	1,05	1,06	1,02	1,01	0,98
1935	1,09	1,37	1,16	1,09	1,04	1,02	1,14	1,25	1,15
Średnio	0,92	1,16	1,18	1,28	1,32	1,40	1,21	1,23	1,25

A. Nawożenie przerwane — *Unterbrochene Düngung.*

	0		50	100		150	50	100	150	Średnio
1931	0,98	—	1,30	1,40	—	1,67	1,31	1,53	1,58	1,47
1932	1,58	—	1,66	1,23	—	1,18	1,68	1,37	1,12	1,37
1933	1,79	—	1,68	1,82	—	2,04	1,46	1,19	1,60	1,47
1934	0,55	—	0,75	0,81	—	0,78	0,77	0,79	0,84	0,79
1935	0,92	—	1,39	1,26	—	0,98	1,46	1,31	1,09	1,25
Średnio	1,16	—	1,36	1,30	—	1,33	1,34	1,24	1,25	1,27

Żadnej istotnej współzależności między ustosunkowaniem się obu pokosów a wysokością dawki K_2O stwierdzić się więc na mocy naszych doświadczeń nie dało. Ustosunkowanie się ilościowe obu pokosów zależy natomiast w silnym stopniu od stosunku opadów kwietnia, maja i czerwca do opadów lipca i sierpnia (tab. XI).

Załamanie się zależności w r. 1933 może być częściowo wytłumaczone zmniejszonemi w roku tym dawkami kainitu (por. ust. a).

TABLICA XI.

Zależność stosunku obu pokosów od rozkładu opadów.

Der Einfluss der Niederschlagverhältnissen auf die beiden Grasschnitt.

Rok *Jahr*	Opady — *Niederschläge* a IV. V. VI	b VII. VIII	c a : b	Plony siana *Heuertrag* I pokos do II pokosu
1931	94,6	122,6	0.66	0,91
1932	133,7	128,5	1,04	1,70
1933	302,6	109,1	2,77	1,53
1934	132,5	261,1	0.51	0,98
1935	199,5	123,4	1,62	1,25

d) Stosunek zielonej masy do siana.

Stosunek zielonej masy do siana przedstawiony na tab. XII waha się w dość wąskich granicach. Zależności od dawki K_2O nie widać, choć mogłaby ona być spowodowaną nietyle bezpośredniem działaniem potasu, co większą trudnością dosuszenia siana z poletek o bujniejszym poroście, wobec stosowania przez nas z reguły ważenia siana ze wszystkich poletek w jednym dniu. Nieco luźniejszym, co zrozumiałe, jest ten stosunek w drugim pokosie, nieco również luźniejszym w doświadczeniu A (nawożenie przerwane) niż w doświadczeniu B (nawożenie ciągłe). Źródło tej różnicy może tkwić w różnicy botanicznego składu porostu obu serji, zaczem zdawałyby się przemawiać następujące fakty: 1) różnica ta zanika niemal w pokosie II-im, w którym zmniejsza się różnica botanicznego składu porostu obu serji, 2) różnica między I a II-im pokosem jest mniejsza w dośw. A, w którem i różnica składu porostu między obu pokosami jest mniejsza, (por. cz. II-a niniejszego opracowania).

Przeciw temu tłumaczeniu przemawia natomiast, że: 1) różnicujący wpływ wzrastających dawek K_2O na porost nie odbija się w różnicowaniu stosunku wagowego zielonej masy do siana, 2) że na poletkach nienawożonych, składem porostu bar-

dziej zbliżonych do dośw. A, stosunek ten jest raczej ściślejszy, niż na poletkach nawożonych.

Na tem kończymy rozpatrywanie tego zjawiska, mogącego mieć pewne znaczenie metodyczne, lecz luźno tylko związanego z głównem zagadnieniem poruszanem w niniejszym przyczynku.

c) Dyskusja wyników.

Prócz silnego bezpośredniego i następczego działania potasu na naszych torfach, konstatujemy również gromadzenie się tego pierwiastka w glebie torfowo łąkowej. Dowodzi tego silne załamanie się krzywej jednostkowej granicy zwyżki plonów przy wysokich dawkach potasu. Jeżeli w pierwszych latach nawożenia uważać należy dawkę 100 kg/ha K_2O za bezwzględnie opłacalną, to opłacalność dawek powyżej tej granicy uważać należy za nader problematyczną.

W szkicu niniejszym nie podajemy finansowych wyników nawożenia, które przy znacznej rozpiętości warunków gospodarczych poszczególnych łąk torfowych oraz ceny zarówno nawozów, jak i siana, nie przedstawiają większej wartości z punktu widzenia naukowego, a tembardziej praktycznego. Odnośne obliczenia podawane są zresztą każdorazowo w odnośnych sprawozdaniach ZDUT i powtarzanie ich w tem miejscu, wobec nikłego ich znaczenia ogólnego, uważamy za zbyteczne.

Załamywanie się krzywej jednostkowego działania K_2O z przebiegiem lat i w zależności od wysokości dawki K_2O każe zachować ostrożność przy wieloletniem statycznem stosowaniu wysokich dawek K_2O. Uzyskane przez nas liczby odnoszące się do zapotrzebowania potasu na produkcję 1 q siana, wynoszą 1,20 — 1,30 kg K_2O. Są one o ok. 1/7 mniejsze od liczb podawanych przez Feilitzena. Nie jest jednak wykluczonem, że różnica ta uległaby modyfikacji, gdybyśmy posiadali dokładne wagi plonów siana za pierwsze dwa lata istnienia łąki i mogli je brać pod uwagę w łączności z nawożeniem wstępnem, danem przed zasiewem łąki.

Nietylko jednak zmniejszenie rentowności zbyt wysokich dawek tlenku potasu każe zachować ostrożność przy ich stoso-

waniu, doświadczenia nasze zdają się bowiem wykazywać, że wraz z nagromadzeniem się w glebie torfowej nawozów potasowych działanie ich może się stawać wprost szkodliwem, t. zn. obniżać może plony łąki w stosunku do plonów uzyskiwanych przy niższych dawkach nawozowych. Stwierdzenie powyższego faktu przejrzyście ilustruje przesuwanie się krytycznej granicy, powyżej której zwiększenie dawkowania K_2O staje się szkodliwem, ku wyższym dawkom, względnie ku dalszym latom w serji z nawożeniem przerwanem.

Analogiczne przesuwanie się tej krytycznej granicy przy soli potasowej wysokoprocentowej w stosunku do kainitu każe przypuszczać, że szkodliwe działanie zbyt wysokich dawek nawozów potasowych przypisać należy, częściowo przynajmniej, nagromadzaniu się ubocznych składników nawozów potasowych. Przypomnieć należy, że w r. 1933 dawki kainitu były o 1/3 niższe od przewidywanych w schemacie doświadczenia, że więc ogólna ilość K_2O była na kombinacjach z kainitem mniejsza, niż na analogicznych kombinacjach z solą potasową. Gdyby przez wszystkie lata doświadczalne dawki pierwszego z tych nawozów były utrzymane w pełnej wysokości, różnice na korzyść soli potasowej byłyby prawdopodobnie jeszcze jaskrawsze.

II. Skład Porostu.

Oprócz wykonywanych w pierwszych latach doświadczenia „zdjęć porostu", których wartość, w odniesieniu do praktycznych zagadnień łąkowych, uważać należy za problematyczną, i dlatego wyników ich na tem miejscu nie podajemy, wykonano w latach 1934 i 1935 analizy botaniczno wagowe porostu. Analizy te wykazują, że zmiany i różnice w składzie porostu uwydatniają się znacznie silniej w pierwszym, niż w drugim pokosie. Toteż dla charakterystyki wpływu wysokości dawek K_2O na skład porostu posługiwać się będziemy danemi z pokosu pierwszego.

Różnica w składzie porostu pokosu I-go, między obu serjami doświadczalnemi, jest bardzo znaczna. Jak widać z tab. XII i odnośnych wykresów, jednorazowe zaniechanie nawożenia

potasowego w pierwszych latach istnienia łąki spowodowało silny spadek procentowego udziału wszystkich gatunków traw, za wyjątkiem kostrzewy czerwonej. Niemniej silnym jest i wpływ na skład porostu różnic w dawkowaniu K_2O. Równolegle do zwyżki dawek potasowych zwiększa się i rozmaitość gatunkowa porostu. Forma nawożenia nie odbija się natomiast w sposób widoczny na składzie porostu, co pozwoliło nam na posługiwanie się przy sporządzaniu wykresów średniemi z kombinacji z kainitem i z solą potasową. Oddziałało to jak zwiększenie ilości próbek i spowodowało w niektórych wypadkach znaczne wyrównanie wyników, wpływając jednocześnie na zwiększenie przejrzystości wykresów.

Poletka nienawożone wykazują w obu serjach doświadczalnych porost o składzie gatunkowo i procentowo identycznym. Również i przy dawkach nawozowych najwyższych krzywe procentowej zawartości poszczególnych gatunków zbliżają się do siebie znacznie, czyli że skład porostu tych kombinacyj o wysokich dawkach nawozowych, zbliża się bardzo znacznie w obu serjach doświadczalnych.

Szczególnie charakterystycznym jest przebieg krzywej udziału procentowego dla kostrzewy czerwonej. Podczas gdy w dośw. A (nawożenie przerwane) zasięg bezwzględnej przewagi tego gatunku wykracza powyżej 100 kg/ha K_2O, to w dośw. B (nawożenie ciągłe) kończy się on przy dawce 30 kg/ha K_2O. Gdy przy nawożeniu ciągłem takie gatunki, jak wiechlina płodna, wiechlina łąkowa i kostrzewa łąkowa wykazują pewne maksimum natężenia swego udziału przy średnich dawkach K_2O, powyżej których udział ich spada, to przy nawożeniu przerwanem wszystkie gatunki prócz kostrzewy czerwonej, wykazują stały wzrost, wraz ze wzrostem dawek K_2O. Owsik wyniosły, kupkówka, w znacznej mierze i tymotka występują w ilościach poważniejszych dopiero przy wysokich dawkach K_2O.

Jako ogólny obraz skonstatować możemy różnicowanie się porostu, w miarę zwyżek dawek K_2O oraz silne odbicie się w składzie porostu następczego działania wysokich dawek potasu, umożliwiającego przetrwanie roku głodowego tym gatunkom, które przy następczem działaniu niższych dawek potasowych wyginęły, praktycznie rzecz biorąc, zupełnie.

Jedna więc tylko kostrzewa czerwona wykazuje stały spadek udziału procentowego w poroście, w miarę wzrostu dawek K_2O, wywołując przez to wrażenie, jak gdyby unikania wysokiej koncentracji tego składnika. Jeżeli jednak zamiast procentowego jej udziału w poroście, rozpatrzymy diagram jej bezwzględnych plonów (rys. 7), to zauważymy, że i ona reaguje dodatnio na początkowe zwyżki nawożenia potasowego, by dopiero przy jeszcze wyższem dawkowaniu nawozów potasowych ustąpić nawet w ilościach bezwzględnych. W zestawieniu z krzywemi udziału procentowego innych gatunków, możemy z tego wnioskować, że wszystkie gatunki reagują na nawożenie potasowe dodatnio, a tylko walka konkurencyjna z gatunkami bardziej wymagającemi pod względem tego nawożenia wywołuje cofnięcie się procentowe, lub nawet bezwzględne, niektórych z nich, przy wysokich dawkach potasowych.

Dyskusja wyników.

Posiadamy w literaturze sporo danych dowodzących zmiany porostu łąki pod wpływem nawożenia potasowego. Autorzy odnośnych wzmianek ograniczają się przytem przeważnie do podziału na trawy, motylkowe i chwasty szerokolistne, uzupełniając niekiedy ten podział podziałem na klasy traw według ich użyteczności rolniczej, nie stojącej w bliższym związku z fizjologicznemi, ani z biosocjalnemi właściwościami poszczególnych jednostek systematycznych. Brak też dokładniejszych danych co do różnicowania się porostu pod wpływem wieloletniego, statystycznego różnicowania dawek potasowych.

Liczne dane wskazują na zwiększanie się ilości motylkowych pod wpływem nawożenia potasowego, zwłaszcza pod wpływem nawożenia PK. W naszych doświadczeniach jednak, w chwili rozpoczęcia analiz, t. j. w lat 5 po zasiewie, udział motylkowych w poroście był już zupełnie znikomy, to też zachowanie się motylkowych pod wpływem jednostronnego nawożenia potasowego nie mogło się uwydatnić. Bardzo słabe zachwaszczenie naszych łąk, w chwili wykonywania analiz, nie pozwoliło również na bliższe zbadanie wpływu nawożenia na rozwój chwastów szerokolistnych. Zaznaczyć jedynie wypada,

że na poletkach nienawożonych pojawiają się głównie wierzbówka błotna (Epilobium palustre), oraz w stosunkowo znacznej również ilości rzerzucha łąkowa (Cardamine pratensis). Udział w pokryciu tych chwastów, zwłaszcza wierzbówki, przewyższał znacznie jej udział w wadze siana. Pomijam tu występujące na poletkach nienawożonych w znacznej stosunkowo ilości, lecz do zbioru siana nie wchodzące, wątrobowce (Hepaticae) oraz inne mchy.

W miarę zwyżek dawek K_2O, udział w pokryciu chwastów szerokolistnych znacznie się zmniejsza, natomiast urozmaica się ich skład gatunkowy.

Operując nieznaczną ilością traw i to przeważnie traw wysoko szlachetnych na naszych sztucznie zakładanych łąkach, nie możemy porównywać otrzymanych przez nas wyników z wynikami innych autorów, o ile chodzi o podział na trawy według ich wartości rolniczej.

Pod jednym względem istnieje wyraźna rozbieżność między naszemi wynikami, a powszechnie spotykanemi twierdzeniami. Według większości autorów (Klapp 6 i w. i.) jednostronne nawożenie działa zubożająco na gatunkowy skład porostu. Tymczasem, jakieśmy to powyżej widzieli, w naszych doświadczeniach, sprawa przedstawia się wprost odwrotnie: silnie jednostronne nawożenie potasowe umożliwia dopiero gatunkowe urozmaicenie porostu, które rozrasta się wraz ze zwyżką corocznie stosowanego nawożenia. Sprzeczność to jednak pozorna. Tak jednostronnie w jeden składnik ubogie gleby, jak ubogiemi są w potas, w przygniatającej większości wypadków torfy niskie (szczególnie tak jak w naszym wypadku, w którym torfowisko jest zasobne w fosfór), trafiają się stosunkowo rzadko. W większości doświadczeń, z opisami których spotykamy się w literaturze obcej obok głodu potasowego występuje na torfach także głód fosforowy. Gleby mineralne z ich skomplikowanemi stosunkami odżywczemi pominę. Pozornie jednostronne nawożenie potasowe jest więc w naszym wypadku wyrównywaniem jednostronności fosforowo azotowej, przynajmniej do czasu wyczerpania się zapasów fosforu.

Gdyby na podstawie naszych doświadczeń przyszło stwo-

rzyć podział traw według ich reagowania na nawożenie potasowe, podział ten musiałby wyglądać jak następuje:

1) Wybitne kalofile: Dyctylis glomerata, Avena elatior, Phleum pratense, Phalaris arundinacea.

2) Kalimezzofile: Poa pratensis, Poa serotina, Festuca pratensis.

3) Względne (biosocjalne) kalifoby: Festuca rubra.

Temu ostatniemu gatunkowi należy się parę specjalnych uwag.

Powszechnie znaną jest szeroka skala przystosowań ekologicznych kostrzewy czerwonej, stojąca w związku z jej skromnemi wymaganiami. Uchodzi ona za trawę o dobrej wartości pastewnej i przez wielu badaczy i praktyków, zwłaszcza niemieckich, uważana jest za niezbędny składnik każdej mieszanki łąkowej, a przedewszystkiem pastwiskowej.

Jako trawa specjalnie gleb bezpotasowych nie była dotąd notowaną. I tak, według badań Klappa, udział jej w poroście wzrasta nawet nieco przy nawożeniu PK. Swederski i Szafran (12) wyodrębnili typ połonin kostrzewy czerwonej na wysokości 1200—1400 m n. p. m. Według nich ma to być typ przejściowy powstały naskutek silnego nawożenia typu mietlicy zwykłej. Zawiera on do 70% udziału wagowego tego gatunku w sianie. Nie wiadomo, jaki stopień analogji siedliskowej przypisać można Festucetum rubra połonin karpackich w stosunku do Festucetum rubra podsuszonych torfowisk niskich. Wymienieni Autorzy (13) stwierdzają rozrost kostrzewy czerwonej pod wpływem nawożenia mineralnego; w innym wypadku otrzymali oni zmniejszenie udziału wagowego tej trawy z 56,6 na 8,7% pod wpływem hurtowania, głównie na korzyść Agrostis vulgaris i Aira ceaspitosa.

Jako trawę gleb uboższych i półosuszonych torfowisk turzycowych charakteryzuje kostrzewę czerwoną J. Bury (3).

Zestawiając tych kilka głosów opartych na spostrzeżeniach i badaniach wykonanych w różnych warunkach, wyrazić można przypuszczenie, że tak wyraźnie się w kostrzewie czerwonej zarysowująca wytrzymałość na brak potasu, nie jest jej własnością specyficzną. Ustępowanie jej pod wpływem skoszarowania należałoby bowiem przypisać raczej wpływowi azotu,

gdyż skoszarowanie wywołuje, jak wiadomo, raczej przeazotowanie. Najprawdopodobniej zatem, według wiadomości dotychczasowych, jest kostrzewa czerwona wogóle trawą bardzo mało wymagającą pod względem glebowym i pokarmowym, opanowującą zespół przy braku konkurencji ze strony innych gatunków, bardziej wymagających, ale w dobrych warunkach biotycznie silniejszych, lub może tylko dobrze ją uzupełniających.

Wyraźnie się uwydatniający typ porostu, określony przez nas dawniej jako Festuceto-Epilobietum [od jego aspectów majowo-czerwcowego i sierpniowego (15,21)], wymaga bliższych badań, tak co do swojej trwałości, jak i co do swoich przesłanek ekologicznych. Choć jest bowiem typem częstym, czego dowodzą spostrzeżenia nasze i Jadwigi Bury, nie wydaje się on jednak powszechnym, i w niektórych warunkach zastąpiony bywa typem tomki wonnej (torfowisko dublańskie — cytuję na podstawie relacji), w innych, zdaje się przy większej wilgotności, parvocaricetum, lub zespołem z mietlicą psią, sitami i turzycami niskiemi. Zbadanie wzajemnego stosunku tych zespołów synantropijnych czy hemisynantropijnych, stopnia ich trwałości oraz ewentualnych sukcesji, byłoby zadaniem, mogącem dać dużo ciekawego materjału.

Cokolwiekbądź jednak wykażą w tej sprawie bliższe badania, wybija się kostrzewa czerwona w naszych doświadczeniach jako trawa nadzwyczaj cenna na łąki i pastwiska torfowe. Przy dobrej wartości pastewnej jest ona stosunkowo bardzo mało wrażliwa na ciężkie warunki życiowe, a zwłaszcza na głód potasowy, z którego wystąpieniem czasowem naskutek zaniedbania nawożenia musimy się jednak zawsze liczyć u rolników mniej wyrobionych i mniej zasobnych. Nawet po wyginięciu innych gatunków potrafi ona, w czystym prawie poroście, dać jeszcze stosunkowo nienajgorsze plony, jak tego dowodzą plony siana z serji A.

Wnioski ogólne.

1) Silne nawożenie potasowe jest podstawowym warunkiem udania się kultur łąkowych na torfowiskach niskich.

TABLICA XII.

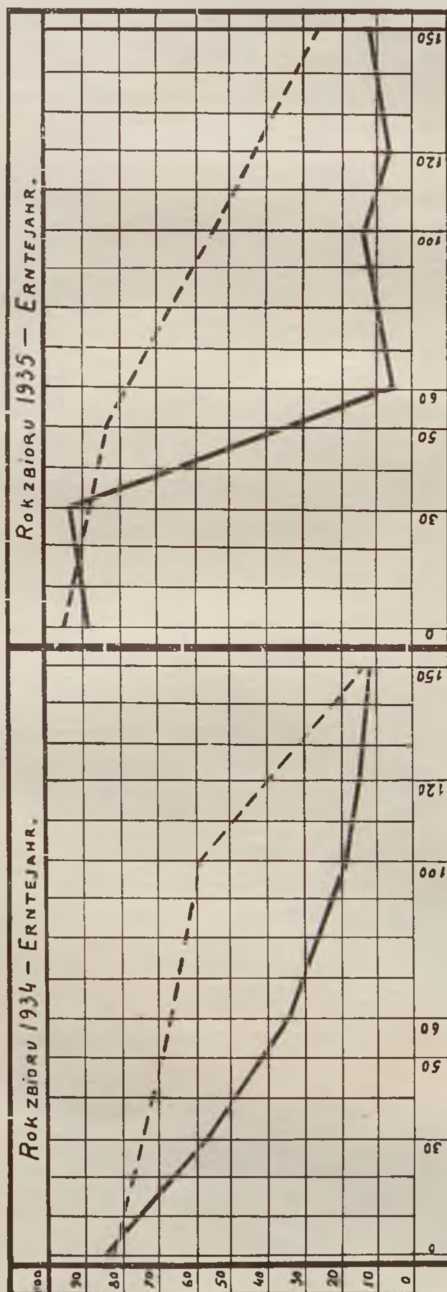
Stosunek wagowy zielonej masy do siana.

Gewichtsverhältniss der Grünmasse zum Heu.

	B. Nawożenie ciągłe — *Ununterbrochene*								A. Nawożenie przerwane — *Unterbrochene*								
	I Pokos — *I Schnitt*																
	Kainit						Sól potas.		Kainit				Sól potasowa			Średnio *Mittel* A	Średnio *Mittel* B
	0	30	60	100	120	150	100	150	0	50	100	150	50	100	150		
1932	2,83	2,90	2,73	2,72	2,72	2,75	2,96	2,89	2,46	2,80	3,10	2,91	2,91	3,14	3,45	3.05	2,81
1933	2,64	3,00	2.57	2,74	2.65	2,47	2,69	2,64	2,89	2,79	2,81	2.65	3.04	2,95	2,82	2,83	2,68
1934	2,20	2,87	2,62	2,51	2,40	2,41	2,40	2,26	2.77	3,17	3,52	2.97	3,46	3,35	3,00	3,25	2.49
1935	2,80	2,96	2,76	2,80	2,85	2,88	2,91	3,00	2,90	3,02	3,11	3,22	2,84	3,07	3,07	3,06	2,88
Średnio *Mittel*	2,62	2,92	2,67	2,69	2.66	2,63	2,74	2.70	2,74	2,95	3,14	2,94	3,06	3,13	3,09	3.05	2,72
	II Pokos — *II Schnitt*																
1932	2,76	2,98	3,10	3,27	3,36	3,34	3,46	3.46	2,07	2,81	3,43	3,17	3,20	3,29	3,52	3,24	3,28
1933	2,55	3,18	3,05	2,94	2,71	2,70	2,85	2,85	3,70	3,40	3,52	3,58	3,41	3.08	3,02	3,34	2,90
1934	3,50	3,29	3,23	3,20	3,20	3,20	3,33	3.33	3,39	3,24	3,48	3,24	3,49	3,51	3,32	3,36	3,25
1935	2,85	3,21	3,16	3,10	3,34	3,20	3.09	3,12	2,72	3,03	3,07	2,88	2,84	3,06	2,91	2,97	3,17
Średnio *Mittel*	2,92	3,17	3,14	3,13	3,15	3,11	3,18	3,19	2,97	3,12	3,38	3,22	3,24	3,24	3,19	3,23	3,15

UDZIAŁ PROCENTOWY KOSTRZEWY CZERWONEJ /FESTUCA RUBRA/ W SIANIE I-GO POKOSU PRZY RÓŻNYCH DAWKACH K_2O.

PROZENTANTEIL DES ROTSCHWINGELS /FESTUCA RUBRA/ IM HEU D. I SCHNITTES BEI VERSCHIEDENEN K_2O GABEN.



- - - - NAWOŻENIE PRZERWANE. UNTERBROCHENE DÜNGUNG.

—— NAWOŻENIE CIĄGŁE. UNUNTERBROCHENE DÜNGUNG.

Rys. 7.

TABLICA XIII. Analiza botaniczna, pokos I. — *Botanische Analise Schnitt I.* 1934 r.

	0	30 kg K_2O w Kainicie	60 kg K_2O w Kainicie	100 kg K_2O w Kainicie	100 kg K_2O w soli potas	120 kg K_2O w Kainicie	150 kg K_2O w Kainicie	150 kg K_2O w soli potas	100 kg K_2O w soli potas. 100 kg P_2O_5 w superfos.	0	50 kg Kainitu	50 kg soli potas.	100 kg Kainitu	100 kg soli potas.	150 kg Kainitu	150 kg soli potas.	50 kg superf. 100 kg soli potasowej	50 kg superf. 100 kg soli potasowej
Kostrzewa łąkowa *Festuca pratensis*	0,4	5,0	3,6	7,0	4.5	3,6	7,5	4,0	5,7	1,2		2.8		8,0	4,0	2,5	4,0	0,9
Tymotka *Pleum pratense*	0,2	1,6	5,2	6,0	5,5	8,2	11.0	21.5	9,3	1,5	2.0			3,1	15,0	12,0	1,1	
Kupkówka *Dactylis glomerata*			1,5	1,5	2,0	8.0	7,1	4.5	8,6					1.5	2.0	0,4		
Wyczyniec łąkowy *Alopecurus pratensis*			0,2															
Rajgras francuski *Avena elatior*			1,0	2,5	2,5	0.6	3,0	8,0	2.6				3.0	2,5	10.0	3,5	0,7	3,2
Mozga trzcinowata *Phalaris arundinacea*	0,1	0,5	2,1	3,0	1,3	4,5	6,5	2.5	2,3				1,5	11,5	8,5	10,0	1,8	
Wiechlina błotna *Poa serotina*	2,1	14.0	20,5	31.0	29,0	18,5	12,0	18.5	9,2	5,2	5,3	6,2	14.5	13,0	11.0	30,0	2,0	9,0
Wiechlina łąkowa *Poa pratensis*	5,0	9,5	24,0	23,0	30,0	34.0	30,0	24.0	41,7	6,5	4.0	8.0		17.5	33.0	24,0	22,0	15,9
Mietlica biała *Agrostis alba*		0,2	0,2	0,3	0,2		4,0		0,2		7,0			0.2			4.0	
Kostrzewa czerwona *Festuca rubra*	84,0	58,0	34,5	20.5	19,0	15,0	14,0	9,0	13.6	82,0	70,0	68.0	68,0	49,2	12.0	16.5	54,0	65,0
Kostrzewa trzcinowata *Festuca arundinacea*																		
Rajgras angielski *Lolium perenne*																		
Resztki nieoznaczone	5.9	6,0	4.4	3.5	3,6	6.0	3.4	6,0			2.7	7.0	6,0	2,5	2.5	0,7	5.9	2.5
Turzyce	0,2								0,9									
Chwasty	2.1	5.1	2,0	1.7	2,4	1.6	1,2	2,0	6.0	3.6	9,0	8.0	8,0	1,0	2,0	0,4	4,5	3.5
Motylkowe		0,1	0,8				0,3		0,1									

TABLICA XIII. Analiza botaniczna, pokos I. — *Botanische Analise. Schnitt I.* 1935 r.

	0	30 kg K_2N w Kainicie	60 kg K_2O w Kainicie	100 kg K_2O w Kainicie	100 kg K_2O w soli potas.	120 kg K_2O w Kainicie	150 kg K_2O w Kainicie	150 kg K_2O w soli potas.	100 kg K_2O w soli potas 100 kg P_2O_5 w superfos	0	50 kg Kainitu	50 kg soli potas	100 kg Kainitu	100 kg soli potas.	150 kg Kainitu	150 kg aoli potas.	50 kg superf. 100 kh soli potasowej	50 kg superf. 100 kg soli potasowej
Kostrzewa łąkowa *Festuca pratensis*	0.1	0.1	32.8	4.4	6.6	6.5	5.7	3.9	10.5							4.5		
Tymotka *Phleum pratense*			7.4	4,0	2.1	9.0		8.4	4.5			0.2		0.7	19.8	1,2	0,9	1.6
Kupkówka *Dactylis glomerata*			13.8	5.0	3.6	7.0	7.2	10.5	6.6	0,1	0.1			0.7	3.9	0.7	5.4	0,2
Wyczyniec łąkowy *Alopecurus pratensis*						0.2						0.1	0.3				0.2	0,3
Rajgras francuski *Avena elatior*			1,2	7,0	4,5	31.0	5.9	17,8	1,7		0.1	4.1	4,6	0.5	7.5	2,7	11,3	0,3
Mozga trzcinowata *Phalaris arundinacea*			3.1	16.0	2,1	4.0	13.5	7.2	14,7	0,1	0,2		4,3	4.6	5.7	1,0	5.7	10,0
Wiechlina błotna *Poa palustris*	0,8	0.7		8,3	7,2	3.2	10,3	4.0	3,2	0,1	2,9	3,6	3,0	2,5	17,2	11,2	11.3	5,8
Wiechlina łąkowa *Poa pratensis*	10.0	1,8	28,7	41.8	39,5	23.9	38,5	21,5	32,4	0,3	4,2	3.8	37.3	11.5	17,2	21.1	25.4	10,7
Mietlica biała *Agrostis alba*	0.8		.	0,4	0.3	1,3	0.6		1.5			0,5	0,5		3,0	0,1	0.2	0,6
Kostrzewa czerwona *Festuca rubra*	89.0	94,0	5.5	8.0	19.0	6.3	2.7	19,4	14,9	95,3	84,7	83,0	41,5	68,3	4.0	49,0	27,9	65,2
Kostrzewa trzcinowata *Festuca aruudinacea*							9,4											
Rajgras angielski *Lolium perenne*													3,4	1,3	9.9		4.9	0,9
Resztki nieoznaczone	7.4	3,1	7.2	4.4	14,5	6.4	4,5	7,0	6.3	3,9	6.2	3,8	4,9	10.6	7,4	7.7	6,2	3,4
Kłosowka wełnista *Holcus lanatus*									0,1									

TABLICA XIV. Analiza botaniczna, pokos II — *Botanische Analise. Schnitt II.* 1934 r.

	Nawoż. ciągłe—*Ununterbrochene Dungung*									Naw. przerwane—*Unterbrochene Dung.*								
	0	30 kg K_2O w Kainicie	60 kg K_2O w Kainicie	100 kg K_2O w Kainicie	100 kg K_2O w soli potas.	120 kg K_2O w Kainicie	150 kg K_2O w Kainicie	150 kg K_2O w soli potas.	100 kg K_2O w soli potas, 100 kg P_2O_5 superfos.	0	50 kg Kainitu	50 kg soli potasowej	100 kg Kainitu	100 kg soli potasowej	150 kg Kainitu	150 kg soli potasowej	50 kg superf, 100 kg soli potasowej	50 kg super-tom. 100 kg soli potasow.
Kostrzewa łąkowa *Festuca pratensis*		4.0	6,0	6.5	5.0	3.0	4.5	4.0	3,5	3,7		2.0	2.8	2,0	6.0	5,7	2.6	4.5
Tymotka *Phleum pratense*	0.1	0,3	0.8	4,0	5.5	4.0	5.5	3,0	7.5	11,5		2.0	5,6	1,3	8.0	16,6	1,2	1,0
Kupkówka *Dactylis glomerata*		1.1	2.0	5.1	10,0	15,0	14,0	11,0	13.0	5.0	0,3	0,3	0.5	2,5	9,5	4,0	0.3	
Wyczyniec łąkowy *Alopecurus pratensis*																		
Rajgras francuski *Avena elatior*	1,3	2,2	2,1	7,5	18,0	19,0	16.5	22.0	24,0	9,2	2,5	3.0	8.5	5.1	11.5	10,8	3.0	2.0
Mozga trzcinowata *Phalaris arundinacea*	1,1	0,3	2,5	5,5	8.4	12,0	6.5	13.5	7,0	3,3	2.2	1.6	9,0	7.0	10.0	8.1	2.0	5,7
Wiechlina błotna *Poa serotina*	3,5	7,5	10,0	8.0	3.0	4,0	4.5	6,3	3,5	2,5	3.0	3,5	3,5	3,0	4,1	4.3	5.0	3,0
Wiechlina łąkowa *Poa pratensis*	10.0	15,5	29,0	35.0	32.0	29,0	33,0	32,0	28,0	16.5	11,0	15,5	21.0	23.0	37.0	22.0	41.0	28,0
Mietlica biała *Agrostis alba*		0.2		0.4	0,1		1.2			0,2	0.3	0.1	1.5	0,1	0.2	0.1	0,3	0,5
Kostrzewa czerwona *Festuca rubra*	60,0	60.0	41,0	23.0	11.0	3.0	5,5	3,1	7.5	37,0	72,0	63.0	41.1	49,0	10.0	23.0	34.9	48.0
Kostrzewa trzcinowata *Festuca arundinacea*																		
Rajgras angielski *Lolium perenne*																		
Resztki nieoznaczone	15,4	6.4	5,6	4.0	3.6	4,5	2.8	3,5	3.8	8,0	7.2	6,0	4.0	6.0	3.0	4.6	8,0	6.0
Kłosówka wełnista *Holcus lanatus*																		
Turzyce																		0.3
Chwasty	8,5	2,5	0.7	1,0	2,0	2.0	1.0	1,3	1.5	3.1	1.5	3,0	2,5	1,0	0,7	0.8	2.0	0.5
Motylkowe			0.3		1,4	4.5	5,0	0,3	0,2									0.5
Mietlica psia *Agrostis canina*	0.1								0,5									
Mietlica pospolita *agrostis vulgaris*																	0,3	

TABLICA XIV. Analiza botaniczna, pokos II — *Botanische Analise. Schnitt II.* 1935 r.

	Nawoż. ciągłe — *Ununterbrochene Düngung*									Nawoż. przerwane — *Unterbrochene Düng.*								
	0	30 kg K_2O w Kainicie	60 kg K_2O w Kainicie	100 kg K_2O w Kainicie	100 kg K_2O w soli potas.	120 kg K_2O w Kainicie	150 kg K_2O w Kainicie	150 kg K_2O w soli potas.	100 kg K_2O w soli potas. 100 kg P_2O_5 superfosf.	0	50 kg Kainitu	50 kg soli potasowej	100 kg Kainitu	100 kg soli potasowej	150 kg Kainitu	150 kg soli potasowej	50 kg superf. 100 kg soli potasowej	50 kg supertom 100 kg soli potasow.
Kostrzewa łąkowa *Festuca pratensis*		0,3	0,7	0,7	0.8	0,9	0,9	0.4	0,3	0,2	1,7	0.7		0,6		1,3		
Tymotka *Phleum pratense*			2,7	10,9	6.7	4.3	5,3	5.3	8,4		1,4	1,6	6,3	1.0	6,5	9,8	1,9	0,4
Kupkówka *Dactylis glomerata*		0.1	4,7	3,9	3.3	7,2	5,9	5.6	6,3			0,5	2,5	0.2	1,6	7,8	0,2	
Wyczyniec łąkowy *Alopecurus pratensis*				0,2		0.6	0,4		0,3	0,6			2,2		0,9			
Rajgras francuski *Avena elatior*	0,7	1,8	26,0	28,6	58,8	30,0	32,0	45,4	36.4	12,5	5,8	9,4	11,3	23,1	12,2	18,6	38,7	29,3
Mozga trzcinowata *Phallaris arundinacea*		4.8	10.1	14,4	7,6	16,8	14,5	21,6	26,3	12,6	6,7	10,6	25,1	32,5	32,2	27,6	28,2	29,6
Wiechlina błotna *Poa serotina*	1,1	8,2	20,0	13,5	4,3	5,8	6,2	3,7	2,2	13,1	8,3	6,0	4,9	17,0	12,7	6,8	8,5	14,4
Wiechlina łąkowa *Poa pratensis*	1,5	13,9	23,0	17,6	10,3	17,6	18,5	9,1	11,3	27,0	13,3	6,9	21,0	12,0	21,7	12,0	12,5	13,2
Mietlica biała *Agrostis alba*			0,3	1,8	0,5	0,8	0,3	0,3	1,6			0,7	0,9	0,5	0,8	1,6	1,0	1,2
Kostrzewa czerwona *Festuca rubra*	39,2	29,2		0,6	1,7	1,0	1,7	0,3	1,0	13,3	45,3	33,2	9,4	0,7	4,5	2,9	2,8	4,5
Kostrzewa trzcinowata *Festuca arundinaccae*																		
Rajgras angielski *Lolium perenne*										0,4			3,9	0,1	0,9	1,1	1,4	0,1
Resztki nieoznaczone	39,0	26,4	4,9	2,6	3,9	4,5	3,5	2,5	3,9	6,0	9,9	15,3	12,1	5,2	3,6	3,3	1,9	3,8

2) Zdolność adsorbyjna gleby nisko torfowej w stosunku do potasu i jej zdolność magazynowania tego składnika (zwłaszcza na kulturach łąkowo-pastwiskowych), jest silniejsza, niżby się to na podstawie bieżących poglądów zdawało.

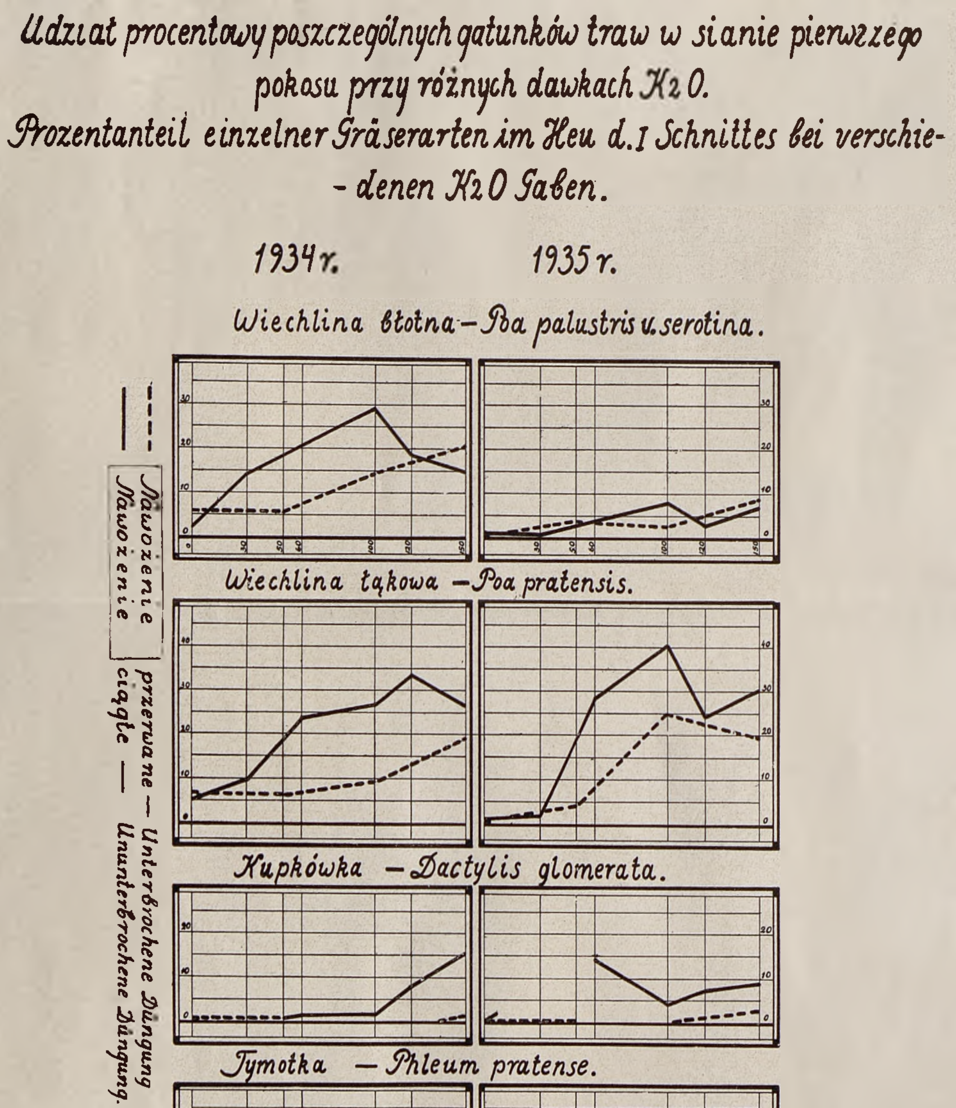
3) W związku z powyżej pod 2) wymienionemi własnościami gleb nisko torfowych, stoi zmniejszanie się względnej jednostkowej wydajności potasu przy długoletniem statycznem nawożeniu potasowem. Straty potasu są, być może, mniejsze na kulturach łąkowo-pastwiskowych, niż na kulturach rolnych, na skutek słabszego procesu ługowania na glebach, pokrytych darnią.

4) Mimo dość silnej adsorbcji potasu i silnego działania następczego nawozów potasowych (które powinniśmy uwzględniać przy obliczaniu rentowności tych ostatnich) w glebie nisko torfowej, jednoroczne przerwanie nawożenia potasowego wywołuje w pierwszych latach zagospodarowania łąki torfowej silny spadek plonu, który może być następnie wyrównany tylko po paroletniem pełnem nawożeniu, oraz zubożenie porostu, które jest procesem nieodwracalnym. To ostatnie zwłaszcza zjawisko występuje tem słabiej, im wyższe było poprzednie nawożenie.

5) Przy zbyt wysokich corocznych dawkach K_2O następuje „zasolenie" gleby i obniżenie plonów, poniżej plonów otrzymanych na dawkach nawozowych bardziej umiarkowanych. „Zasolenie" to jest późniejsze i słabsze przy soli potasowej 22% niż przy kainicie, skąd można wnioskować, że przyczyną tego zjawiska jest gromadzenie się ubocznych składników nawozów potasowych.

6) O ile w pierwszych latach gospodarki na łące nisko torfowej, kainit zdaje się mieć nawet pewną przewagę nad solą potasową, to przy długotrwałem silnem corocznem nawożeniu potasowem sole wyżej procentowe uzyskują wyższość.

7) Wpływ wysokości nawożenia potasowego na skład botaniczny porostu jest przemożny. Im — przy zasobności torfowiska w inne składniki odżywcze — intensywniejszem jest nawożenie potasowe, tem bardziej urozmaiconym gatunkowo jest porost (w granicach obserwowanych na naszej łące gatunków traw szlachetnych).


Udział procentowy poszczególnych gatunków traw w sianie pierwszego pokosu przy różnych dawkach K_2O.
Prozentanteil einzelner Gräserarten im Heu d. I Schnittes bei verschiedenen K_2O Gaben.
1934 r.
1935 r.
Wiechlina błotna — Poa palustris v. serotina.
Wiechlina łąkowa — Poa pratensis.
Kupkówka — Dactylis glomerata.
Tymotka — Phleum pratense.
Kostrzewa łąkowa — Festuca pratensis.
Mozga trzcinowata — Phalaris arundinacea
Owsik wyniosły — Avena elatior.
Nawożenie przerwane — Unterbrochene Düngung
Nawożenie ciągłe — Ununterbrochene Düngung.

Rys. 8.

Kostrzewa czerwona — Festuca rubra

Plon siana w q-ha w mieszance przy różnych dawkach K_2O

Heuertrag in dz-ha in Grasmischung bei verschiedenen K_2O Gaben

Nawożenie przerwane — Unterbrochene Düngung / Nawożenie ciągłe — Ununterbrochene Düngung

I Pokos — I Schnitt

Rok zbioru — Erntejahr: 1934 / 1935 / 1934 / 1935

Plon w q — Ernte

4.9, 16.7, 17.4, 4.6 | 10.0, 32.4, 23.3, 10.7 | 4.3, 13.5, 10.5, 7.4, 4.8, 4.3 | 7.2, 24.7, 1.9, 5.3, 2.1, 3.9

II Pokos — II Schnitt.

4.0, 21.5, 16.8, 6.6 | 1.5, 10.6, 1.7, 0.5 | 6.1, 16.7, 14.4, 6.4, 1.0, 1.6 | 2.9, 5.8, 0.4, 0.3, 0.3

Dawki K_2O — K_2O Gaben: 0, 50, 100, 150 | 0, 50, 100, 150 | 0, 30, 60, 100, 120, 150 | 0, 30, 60, 100, 120, 150

Rys. 9.

8) Najbardziej wytrzymałą na brak potasu okazała się kostrzewa czerwona, najbardziej wymagającemi pod względem tego składnika: kupkówka, owsik wyniosły, tymotka i mozga. Pośrednie miejsce zajęły w tym względzie kostrzewa łąkowa oraz wiechliny łąkowa i płodna.

9) Zróżnicowanie dawek tlenku potasu odbija się przedewszystkiem na plonie pierwszego pokosu, i to zarówno pod względem ilościowym, jak i pod względem składu botanicznego. Również i procentowe zwyżki plonów wywołane poszczególnemi dawkami potasu w porównaniu do poletek nienawożonych były w pierwszym pokosie silniejsze. Wysokość dawek potasowych nie wywołała natomiast wyraźnego wpływu na stosunek pierwszego do drugiego pokosu, ani na stosunek wagowy zielonej masy do siana.

10) Krytyczną opłacalną dawką tlenku potasu, w pierwszych latach użytkowania łąki nisko torfowej, okazała się dawka 100 kg/ha K_2O i wysokość ta zdaje się być dość stałą dla torfowisk niskich zagospodarowanych. Nasuwa się pytanie, czy lepszem jest obfite wstępne nawożenie „zapasowe", w połączeniu z późniejszą obniżką dawki nawozowej, czy też bardziej równomierne w czasie dawkowanie nawozów potasowych. Nasze doświadczenia nie dają pod tym względem bezpośredniej odpowiedzi. Na podstawie dotychczasowej praktyki sarneńskiej, bylibyśmy raczej skłonni do zalecania przy zasiewie i przez pierwsze 4—5 lat użytkowania łąki, stosowania równomiernych dawek w granicach bezpośredniej opłacalności, to jest w wysokości około 100 kg/ha K_2O, w połączeniu z następnem obniżeniem tej normy — czasowem lub stałem — do jakich 80 kg/ha K_2O. Przez pierwsze 2—3 lat byłoby dawane nawożenie w postaci kainitu, następnie zaś w postaci soli potasowych wyżej procentowych. Możliwem jest, że nawrót, co lat parę, do kainitu okaże się korzystnym.

Ważniejsza literatura.

1) St. Bac i W. Ostaszewski: Sprawozdanie z Oddziału hydrotechnicznego ZDUT pod Sarnami („Inżynierja Rolna" Nr. 1, 1930 r.) — 2) Fr. Brüne: Studien über den

Einfluss des Klimas auf das Gedeihen von Moorwiesen u. Moorweiden (Berlin, 1907). — 3) J. B u r y: Trawy łąk zalewnych Polesia („Tygodnik Roln. — Przegląd łąkowy", Wilno, Nr. 45/46 z 1932 r.). — 4) M. F l e i s c h e r: Krótki zarys zakładania i pielęgnowania łąk i pastwisk na torfowiskach, (przeł. St. Turczynowicz, Warszawa, 1914). — 5) F r e c k m a n n: Die Erschliessung u. Bewirtschaftung des Niederungsmoores (Berlin, 1921). — 6) I d e m: Die Kultur der Niederungsmoore (Berlin, 1930). — 7) E. K l a p p: Der Grünlandversuch. — 8) I d e m: Studien über die Beteiligung unserer Wiesenpflanzen an der Bildung des Pflanzenstandes und ihre Verhaltung gegen Düngung („Landw. Jahrbücher", 1927). — 9) P. K o n r a d s: Der Einfluss der Düngung... („Ernährung d. Pflanze", Bd. 32, 1936). — 10) S. K u l c z y ń s k i: Statygrafja torfowisk poleskich (wyd. Biura Proj. Melj. Polesia, zesz. 2, 1930). — 11) K. N e h r i n g u. A. K e l l e r: Über den Einfluss v. Bodenreakzion u. Düngung auf die Zusammensetzung eines Gemisches verschiedener Gras- u. Kleearten („Land. Jahrbücher", Bd. 75, 1932). — 12) L. R i n n e: Anmeid heinaseemne — segude valikust kulturnutude, str. niem. (Tartus, 1934 r.). — 13) I d e m: Soode vaetamine uuematel alustel, str. niem. („Agronoomia", Nr. 5, 1934 r.). — 14) W. S w e d e r s k i i B r. S z a f r a n: Typy florystyczne połonin w Karpatach Wsch. (P. I. N. G. W. 1931 r.). — 15) I d e m: Badania nad podniesieniem produkcji roślinnej na pastwiskach i łąkach podgórskich w Karpatach Wsch. (P. I. N. G. W. 1932 r.). — 16) B. Ś w i ę t o c h o w s k i: Skład chemiczny, kwasota i zdolności regulacyjne niektórych ważniejszych typów torfów występujących na Polesiu („Inżynierja Rolna", Nr. 2/3, 1932 r.). — 17) S p r a w o z d a n i a Z. D. U. T. p o d S a r n a m i za lata 1931, 1932, 1933, 1934 i 1935. — 18) B r. T a c k e: Die Feldversuche der Moorversuchs-Station... 1892—1897 („Landw. Jahrbücher", Bd. XXVII, Ergänzungsbd. IV, 1898 r.). — 19). I d e m: Die Naturwissenschaftlichen Grundlagen d. Moorkultur (Berlin, 1929). — 20) S t. T o ł p a: „Torfowiska okolic Sarn" (B. Proj. Melj. Polesia, 1933 r.). — 21) S t. T u r c z y n o w i c z: Meljorowanie i zagospodarowanie torfowisk (Warszawa, 1934 r.). —

22) Br. Chamiec i wsp: Zarys uprawy torfowisk niskich (Min. Roln. i R. R., Warszawa, 1935 r.). — 23) J. Załęski: Parę słów o wartości i przyszłości rolniczej torfowisk poleskich („Gazeta Rolnicza", Nr. Nr. 27—35, 1933 r.). — 24) Idem: Zachowanie się niektórych traw na zmeljorowanych niskich torfowiskach poleskich („Tyg. Roln. — Przegląd Łąkowy", 1933 r.).

Düngungswirkung des Kalis in den ersten Jahren der Bewirtschaftung einer Moorwiese im Lichte statischer Versuche (1929—1935).

Aus der Moorversuchsstation bei Sarny.

Zusammenfassung.

Auf dem Niederungsmoore (Moos-Carexmoore) Czemerne, auf einem Schlage, dessen Meliorazion im Frühling 1929 zu Ende gebracht wurde, wurde im Sommer desselben Jahres eine Dauerwiese angelegt. Das in Rede werdende Moor Czemerne ist ziemlich gut bekannt und wurde recht oft beschrieben, die entsprechende Literatur ist leicht zugänglich, darum sei auch hier auf nähere Beschreibung verzichtet. Es ist ein tipisches, aber recht phosporreiches Niederungsmoor. Der Schlag, auf welchem die oben erwähnte Wiese angelegt wurde, hat eine über 4 m. dichte. ziemlich gut gesetzte Torfschicht, und ist durch Kistendrenage (Abst. 25 m.) entwässert. Der Grundwasserstand während der Vegetationsperiode beträgt 60—110 cm. bei nicht immer befriedigender Befeuchtungsmöglichkeit.

Auf dieser Wiese wurden 1930 zwei Versuchsserien angelegt, deren Schema und Düngung während den hier berücksichtigten Jahren, sowie Gesamterträge auf Tab. III — V angegeben sind. Auf einer Serie (B) wurden alle Versuchsparzellen (ausgenommen Nullparzellen) jahrjährlich mit Kalidüngern gedüngt, auf der anderen Serie (A), wurde die Düngung im Jahre 1931 unterbrochen, um die Nachwirkung verschiedener K_2O-Gaben zu untersuchen, in den nächsten Jahren aber wurde wieder gedüngt. Seit 1932 befinden sich die Versuche unter Aufsicht des Verfassers.

Es fehlen uns leider Zahlen der Heuernten für das Jahr 1929 und besonders für das Jahr 1930, welches, als zweites Jahr nach der Ansaat, wahrscheinlich das ergiebigste war. (Die Zahlen des ersten Schnittes 1930 für Serie A bestättigen es). Im Verlaufe der Jahre 1931—1935 liess sich keine regelmässige Abnahme der Ergiebigkeit feststellen.

Die Einzelmehrerträge (Mehrerträge in Heumenge auf 1 kg/ha K_2O Mehrdüngung), innerhalb bestimmter Düngungsgrenzen waren um so niedriger und senkten um so schneller, je höher die Düngermenge war. Bei Düngergaben über 100 kg/ha K_2O verursachten sogar die Mehrgaben in den Jahren 1934 u. 1935 eine Senkung der Erträge unter die jenige, die bei mässigeren Düngergaben erhalten wurden. Diese Tatsache liess sich aber nur bei unterbrochener Düngung und vorzugsweise bei Kainit, bei 22% Kalisalz, aber im schwächeren Masse und später beobachten.

In späteren Jahren liess sich bei höheren Düngergraben überhaupt eine etwas vorteiligere Wirkung des Kalisalzes dem Kainit gegenüber beobachten.

Schon nach zweimaliger Düngung der neu bewirtschafteten Moorwiese erwies sich die Nachwirkung der Kalidünger als recht hoch. Trotzdem erwirkte aber eine einmalige Aufgebung der Düngung eine Heuerntensenkung, die quantitativ erst nach ca 3 Jahren Volldüngung nachgeholt werden konnte. Noch überraschender war die qualitative Veränderung des Heubestandes, die durch eine einmalige Ausschaltung der Kalidüngung bewirkt wurde, und sich als unumwendbar erwies. Diese Veränderung war um so stärker, je niedriger die vorherige Kalidüngung war. (Tab. XII u. XIII, und Abb. 7, 8 und 9).

Die Höhe der Düngergaben übte auch einen sehr starken Einfluss auf die botanische Zusammensetzung des Bestandes. Je höher die Düngergaben waren, desto artreicher war der Bestand. Diese Beobachtung steht in scheinbarem Wiederspruche mit den öfters gemachten Beobachtungen, dass einseitige Düngung die botanische Zusammensetzung des Bestandes verarmt. Im beschriebenem Falle muss aber die mehrjährige Kalidüngung noch immer als Ergänzungsdüngung gelten.

Sowohl quantitative, als auch qualitative Wirkung der

Düngungsgabenunterschiede liess sich viel stärker im ersten, als im zweitem Schnitte merkbar machen, ohne jedoch eine ergreifbare Wirkung auf das Verhältnis beider Schnitte oder der Grünmasse zur Heumasse auszuüben.

Verfasser zieht aus den beschriebenen Versuchen folgende Hauptschlüsse:

1) Die Adsorbzionskraft des Niederungsmoorbodens gegenüber Kali ist viel stärker, als es die meisten Moorvorscher anzunehmen pflegen. Trotzdem ist eine zeitliche Aufgebung der Kalidüngung in den ersten Bewirtschaftungsjahren sehr gefährlich.

2) Man muss mit einer Anreicherung des Niederungsmoorbodens an K_2O Rechnung tragen, die bei sehr intensiever Düngung zu einer „Übersalzung" führt. Diese ist auf Anhäufung schädlicher Nebenprodukte zurückzuführen und darum muss bei stättiger intensiever Düngung wenige Jahre nach Beginn der Bewirtschaftung den hochprozentigen Kalisälzen Vorzug gegeben werden.

3) Die vom Verf. im beschriebenen Versuche beobachteten Gräserarten dürften in drei Gruppen, je nach ihrem Kalibedürfnis eingeteilt werden: als relativ Kalifob hat sich der Rotschwingel erwiesen. Es darf aber dieser Art keine spezifische Kalifobie zugeschrieben werden, sondern ihr Verhalten auf ihre allgemeine Anspruchslosigkeit und biosoziale Gründe zurückgeführt werden. Am anspruchvollsten gegenüber Kalidüngung sind: Knaulgras, Glatthafer, Rohrglanzgras und Tymotheegras. Wiesenschwingel, Wiesenrispengras, und Fruchtbares Rispengras nehmen eine Mittelstellung ein.



Juljusz Załęski

Uwagi i materjały do poznania wiechliny błotnej czyli płodnej.

Anmerkungen und Materialien zur Kenntnis der Fruchtbaren Rispe Poa serotina v. palustris v. fertilis.

Zusammenfassung.

Die Arbeit ist in den Nummern 1, 2 und 3 der Vierteljahrhefte „Łąka i Torfowisko" in den Jahren 1934/1935 in polnischer Sprache erschienen, und kann den Interessierten vom Verfasser oder von der Moorversuchsanstalt bei Sarny (Zakład Dośw. Uprawy Torfowisk pod Sarnami, p. Sarny) im Abdrucke geliefert werden.

I. Zur äusserlichen Moorphologie und Nomenklatur der Fruchtbaren Rispe.

Die Namen, mit welchen die Fr. Rispe in den meisten Sprachen bezeichnet wird, entsprechen keineswegs ihren Eigenschaften und diesen unglücklichen Bezeichnungen muss man zum grossen Teile zuschreiben, dass sie so lange und doch teilweise bis heute in der breiten Praxis unterschetzt wird. Verf. unterzeichnet einige wichtige moorphologische Merkmale der Fr. R. Eine seiner Eigentümlichkeiten ist seine vegetative Vermehrung, die nicht durch Ausläufer, sondern durch Adventivwurzeln erfolgt. Die Fr. R. wird oft mit Unrecht als Untergras bezeichnet. Seine Rolle entspricht viel eher denjenigen Ansprüchen, welche der Wiesenwirt den Obergräsern stellt. Am besten wird es ihr eine Übergangsstellung zu geben.

II. Historisches über Fr. R.

Trotzdem die wertvollen wiesenwirtschaftlichen Eigenschaften unseres Grases schon wenigstens 1891 bekannt waren, und volle zuständige Bewertung fanden (Weinzierl, Holly, Hompesch, später Wittmack, Werner, J. F. Sikorski, Strecker, Janowski u. a.), fand die Fr. R. lange keine richtige Anerkennung in Kreisen der breiten landw. Praxis. Noch im J. 1922 schreibt Wittmack, dass die Fr. Rispensamen im Handel nicht zu beziehen waren. Im J. 1920 oder 1921 wurde die Fr. R. in Łyszkowice (damaliges Fa „Granum") gezüchtet und die Samen wurden in kleinem Umfange erzeugt. Gegen 1927 wurde sie von verst. W. Michalski auf die Moorversuchsstation bei Sarny eingeführt. W. Michalski hatte sich schon vor dem Weltkriege auf der karpatischen Hochgebirgsversuchstation auf der połonina (Alpe) Pożyrzewska, und dann auf der Sumpfsversuchsstation in Mińsk mit unserem Grase bescheftigt. Jetzt wird es in Sarny, Puławy u. i. a. O., auch in Westpreussen (Feldt) und Czechoslovakei (Rożnów) züchterisch bearbeitet und studiert.

III. Ergiebigkeit der Fr. R. und seine Ansprüche an Boden u. Feuchtigkeit.

In einer ganzen Reihe von neuen Versuchen in Sarny, Klecza Górna u. a. hat sich die Fr. R. als ein der ergiebigsten Gräser erwiesen, und zwar waren die in Rede stehenden Versuche auf verschiedenen Böden und in verschiedenster Lage (Niederungsmoor von Polesie, karpatischer Lehmboden) durchgeführt werden. Wenn wir uns noch an die Versuche Weinzierls, Feldts u. a. m. erinnern, so sehen wir, dass unseres Gras wenig anspruchsvoll an Bodenqualität ist. Verschiedene Versuche ergaben auch, dass es, trotz seiner lateinischen Benennung (Poa palustris) und den analogischen Benennungen in anderen Sprachen (wiechlina błotna, påturin des marais u. s. w.), und trotz seiner natürlichen Standorte, am besten bei mittlerer Bodenfeuchtigkeit gedeiht, sonst aber eine

ausserordentliche Ausdauerkeit gegen Dürre aufweist, was schon allerdings dem Weinzierl, Holly, Feldt u. a. nicht geheim war. (Tab. II, III, IV).

IV. Wirtschaftliche Anwendung.

Das Fr. Rispengras ist ein sehr ergiebiges und wertvolles Wiesengras. Es wächst schnell und füllt rasch die Lücken, die durch Ausfallen anderer Arten entstanden. Es eignet sich sowohl für Dauerwiesen, als auch zu kurzfristigen Gras und Kleegrasgemischen, deren Ergiebigkeit und Erntensicherheit es stark steigert. Es gibt weiches, etwas bräunliches Heu, zu welchem manchmal Tiere und Heuhändler sich erst gewöhnen müssen. Auch als Zusaat zur lückig gewordenen Luzerne scheint die Fr. R. recht geeignet zu sein.

Dagegen, trotz der umlaufenden Meinung zahlreicher Vorscher, eignet sich unseres Gras nicht als Weidegras, da es bei Beweidung des Gemisches stark zurücktritt, wie es die Versuche von Sarny und Klecza Górna beweisen, und die von Mataszewski erhaltene, dem Verfasser liebenswürdig zur Verfügung gestellte Zahlen (tab. V), schön illustrieren.

V. Nährwert der Fr. R.

Wie es zahlreichen chemische Analisen, besonders die unerörteten, dem Verfasser von B. Świętochowski (Tab. VII, VIII, IX u. X) liebenswürdig zur Verfügung gestellten zu beweisen scheinen (es fehlt bisher an unmittelbaren Fütterungsversuchen), ist die Fr. R., soweit sie rechtzeitig, vor dem Blühen geschnitten wird, ein recht gutes Futtergras. Wenig reich an Mineralstoffen (ausser Kieselstoff und Schwefelverbindungen), ist sie aber kein besonders gutes Futter für Jungvieh.

VI. Blüte, Blütenstand, Frucht und Samen.

Nach einer kurzen Beschreibung der Blüte, Frucht u. s. w., berichtet Verf, über die Ergebnisse von Keimungsproben, aus denen hervorzugehen scheint, dass der Samen der Fr. R. eine

ziemlich lange Nachreifenperiode hat, und ziemlich lange, bei normalen Aufbewahrungsvedhältnissen, seine Keimungskraft und Keimungsenergie behaltet. (Tab. XI, XII, XIII).

VII. Aussaatmenge. — Die Fr. R. im Gemische.

Die vom Verf. durchgeführten Versuche ergaben, dass bei Reinsaat schon eine Saatdichte von 8 kg/ha. eine Bodendeckung gibt, die praktisch als voll bezeichnet werden muss, von der Deckung bei 28 kg/ha. Aussaatmenge nicht abweicht (Tab. XIV) und praktisch genommen unkrautfrei ist. In Saatgemischen dagegen scheint die von Freckmann angegebene Saatmenge (14 kg/ha.) zutreffend zu sein.

Im Gemenge mit anderen Arten lässt sich unser Gras nicht verdrängen, breitet sich in passenden Verhältnissen schnell aus, wobei, neben vegetativer, auch generative Ausbreitung (selbst bei zeitlichem Schnitte) eine grosse Rolle zu spielen scheint. Es wurde aber nur eine Besetzung lückiger und unbewachsener Stellen, dagegen keine Verdrängung anderer Arten beobachtet. Darum bezeichnet Verf. die Agressivität der Fr. R. — etwas paradoxal — als „passive Agressivität". (Tab. XVI, XVII, XVIII).

In Düngungsversuchen auf Niederungsmoor, wobei der entspr. Moorboden recht phosphorreich war, zeigte die Fr. R. im Saatgemische einen starken Prozentanteilzuwachs bis zur Düngergabe von 100 kg/ha K_2O, bei höheren K_2O-Gaben geht der Prozentanteil unseres Grases zurück (Tab. XV s. 39 u. Abb. 11 s. 40 N. B. die Bezeichnungen der Zahlenkolonnen A. u. B der Tabelle bezw. der Titel a) u. b) der Diagramme sind im Text verwechseltt und müssen je den engegengesetzten Kolonnen bezw. Zeichnungen zugeschrieben werden).

